	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JULIO CÉSAR

APELLIDOS: PÉREZ PÉREZ

NOMBRE(S): WILSON ALEXIS

APELLIDOS: ACOSTA MANZANO

FACULTAD: DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: DE INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GUSTAVO ADOLFO

APELLIDOS: CARRILLO SOTO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE AFORO CON AGENTE QUÍMICO EN CORRIENTES NATURALES DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

En este informe se presenta el desarrollo del método del aforo químico o también llamado aforo con trazador, con el objetivo de identificar las características más apropiadas para llevar a cabo aforos de este tipo en pequeñas corrientes del departamento Norte de Santander. Adicionalmente se realizaron aforos de control como el volumétrico, vertedero y aforo con flotador con la finalidad de observar la tendencia de los caudales obtenidos por medio del método químico.

En el primer capítulo se plantea el problema y los objetivos al desarrollar esta investigación, en el segundo capítulo se relacionan los antecedentes y se conceptualizan puntualmente cada tipo de aforo y sus metodologías. En el capítulo número cuatro se realizaron los aforos con trazador de los cuales se tomaron lecturas in situ de la conductividad eléctrica por medio del conductímetro, adicionalmente se recolectaron muestras del agua para la determinación de cloruros.

Finalmente se compararon los caudales obtenidos por STD y Cloruros con el objeto de observar que tanto difieren las dos maneras de obtener el caudal para el aforo químico. Así mismo; se compararon los resultados del aforo químicos con los aforos de control identificando las condiciones en donde las diferencias eran virtualmente mínimas.

PALABRAS CLAVES: Aforos, Agente Químico, Conductímetro, Cloruros, Trazador

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 142 **PLANOS:** ___ **ILUSTRACIONES:** ___ **CD ROOM:** 1

ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE AFORO CON
AGENTE QUÍMICO EN CORRIENTES NATURALES DEL DEPARTAMENTO
NORTE DE SANTANDER

JULIO CÉSAR PÉREZ PÉREZ
WILSON ALEXIS ACOSTA MANZANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE AFORO CON
AGENTE QUÍMICO EN CORRIENTES NATURALES DEL DEPARTAMENTO
NORTE DE SANTANDER

JULIO CÉSAR PÉREZ PÉREZ

WILSON ALEXIS ACOSTA MANZANO

Proyecto presentado como requisito para optar el título de Ingeniería Civil

Director

GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

Ingeniero Civil

Magister en Recursos Hídricos

PhD en Hidrología

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 10 DE FEBRERO DE 2022 HORA: 8:00 a. m.

LUGAR: FU - 309

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

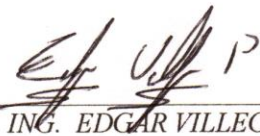
TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACION DEL METODO DE AFORO CON AGENTE QUIMICO EN CORRIENTES NATURALES DEL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER".

JURADOS: ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES
ING. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

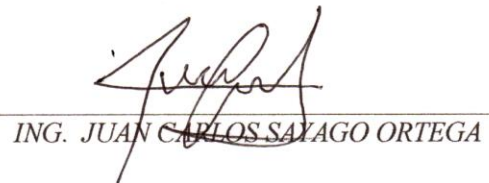
DIRECTOR: Ph.D. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
WILSON ALEXIS ACOSTA MANZANO	1113843	4,4	CUATRO, CUATRO
JULIO CESAR PEREZ PEREZ	1113837	4,4	CUATRO, CUATRO

APROBADA



ING. EDGAR VILLEGAS PALLARES



ING. JUAN CARLOS SAYAGO ORTEGA

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	18
1. Problema	20
1.1. Título	20
1.2. Planteamiento del problema	20
1.3. Formulación del problema	21
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	22
1.5. Justificación	22
1.6. Alcances y limitaciones	23
1.6.1. Alcances	23
1.6.2. Limitaciones	23
1.7. Delimitaciones	24
1.7.1. Delimitación espacial	24
1.7.2. Delimitación temporal	25
1.7.3. Delimitación conceptual.	25
2. Marco referencial	.26
2.1. Antecedentes	26
2.1.1. Antecedentes empíricos.	26
2.1.2. Antecedentes Bibliográficos	26
2.2. Marco Teórico	28
2.2.1. Aforo	28

2.2.2.	Métodos de Aforo	28
2.2.2.1.	Aforo Químico o del Trazador	28
2.2.2.1.1.	Características de los trazadores	29
2.2.2.1.2.	Tipos de trazadores	30
2.2.2.1.3.	Cloruro de sodio	30
2.2.2.1.4.	Metodología	31
2.2.2.1.5.	Selección del lugar	31
2.2.2.1.6.	Determinación del peso del trazador	34
2.2.2.1.7.	Determinación del tiempo de medición	35
2.2.2.1.8.	Cálculo del caudal - método de inyección instantánea	35
2.2.2.2.	Aforo Mediante Vertedero	38
2.2.2.3.	Aforo volumétrico	39
2.2.2.4.	Aforo con flotadores	40
2.3.	Marco Conceptual	41
2.4.	Marco Contextual	43
2.5.	Marco Legal	45
3.	Diseño Metodológico	46
3.1.	Tipo de Investigación	46
3.2.	Población y Muestra	46
3.2.1.	Población	46
3.2.2.	Muestra	47
3.3.	Instrumentos para la recolección de información	47
3.3.1.	Información Primaria.	47
3.3.2.	Información secundaria.	48
3.4.	Técnicas de análisis y procesamiento de datos	48

3.5.	Presentación de Resultados	48
4.	Desarrollo del Trabajo	49
4.1.	Reconocimiento de los arroyos a aforar (Canal Distrito De Riego De Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá	49
4.1.1.	Reconocimiento Canal Distrito de Riego de Ábrego	50
4.1.2.	Reconocimiento Quebrada Seca	50
4.1.3.	Reconocimiento Quebrada Cuperena	51
4.1.4.	Reconocimiento Quebrada Tonchalá	51
4.2.	Aforos en el Canal Distrito de Riego de Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá.	52
4.2.1.	Salida de campo N. 1	52
4.2.2.	Salida de campo N. 2	53
4.2.3.	Salida de campo N. 3	54
4.2.4.	Salida de campo N.4	54
4.2.5.	Salida de campo N. 5	55
4.2.6.	Salida de campo N. 6	56
4.2.7.	Salida de campo N. 7	58
4.2.8.	Salida de campo N. 8	59
4.2.9.	Formato carteras de campo	60
4.2.9.1.	Cartera de campo aforo con trazador	61
4.2.9.2.	Cartera de campo aforo volumétrico	62
4.2.9.3.	Cartera de campo aforo con flotador	62
4.3.	Cálculos y laboratorios del trabajo de campo en el distrito de Riego de Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá.	63
4.3.1.	Determinación de cloruros	63

4.3.2.	Formato para el cálculo de caudales por el método de aforo con trazador	65
4.3.2.1.	Graficas curva de variación de los STD y Cloruros en la corriente durante el aforo	66
4.3.2.2.	Comparación de curvas de variación de los diferentes aforos realizados	67
4.4.	Actividades de oficina	69
4.4.1.	Programación de las hojas de Excel necesarias para llevar a cabo los cálculos requeridos por cada uno de los aforos realizados	69
4.4.2.	Tabulación de los datos obtenidos en cada una de las salidas de campo y realización de los cálculos correspondientes	69
4.4.3.	Construcción de gráficas, redacción y organización del informe final.	69
4.5.	Resultados y análisis	69
4.5.1.	Salida de campo N. 1	70
4.5.2.	Salida de campo N. 2	71
4.5.3.	Salida de campo N. 3	72
4.5.4.	Salida de campo N. 4	73
4.5.5.	Salida de campo N. 5	74
4.5.6.	Salida de campo N. 6	76
4.5.7.	Salida de campo N. 7	78
4.5.8.	Salida de campo N. 8	79
5.	Conclusiones	84
6.	Recomendaciones	87
	Bibliografía	88
	Anexos	90

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Factor “F” de ajuste de la velocidad del flotador en función de la relación “R”, entre la profundidad de inmersión del flotador y la profundidad del agua	41
Tabla 2. Salida de Campo N° 1 - Abrego	53
Tabla 3. Salida de Campo N° 2 – Q. Cuperena	53
Tabla 4. Salida de Campo N° 3 – Q. La Seca	54
Tabla 5. Salida de Campo N° 4 – Q. Tonchalá	55
Tabla 6. Salida de Campo N° 5 – Q. Tonchalá	56
Tabla 7. Salida de Campo N° 6 – Q. Cuperena	57
Tabla 8. Salida de Campo N° 7 – Q. Cuperana	59
Tabla 9. Salida de Campo N° 8 – Q. La Seca	60
Tabla 10. Cartera de campo aforo con trazador	61
Tabla 11. Cartera de campo aforo volumétrico	62
Tabla 12. Cartera de campo aforo volumétrico	62
Tabla13. Determinación de Cloruros Aforo Q. 1-2-3	64
Tabla 14. Tabla Aforo Químico N°.1 CDR Abrego	65
Tabla 15. Aforo Volumétrico CDR Ábrego	68
Tabla 16. Aforo Flotador CDR Ábrego	68
Tabla 17. Resultados Salida de Campo N°1 CDR Ábrego	70
Tabla 18. Resultados Salida de Campo N°2 Q. Cuperena	71

Tabla 19. Resultados Salida de Campo N°3 Q. La Seca	72
Tabla 20. Resultados Salida de Campo N°4 Q. Tonchalá	73
Tabla 21. Resultados Salida de Campo N°5 Q. Tonchalá	74
Tabla 22. Resultados Salida de Campo N°6 Q. Cuperena	76
Tabla 23 Resultados Salida de Campo N°7 Q. Cuperena	78
Tabla 24. Resultados Salida de Campo N°8 Q. La Seca	79
Tabla 25. Salida de Campo N°1 Aforo Vol. - Flotador	90
Tabla 26. Salida de Campo N°2 Aforo Flotador	90
Tabla 27. Salida de Campo N°3 Aforo Flotador - Vertedero	91
Tabla 28. Salida de Campo N°4 Aforo Flotador	91
Tabla 29. Salida de Campo N°5 Aforo Flotador	92
Tabla 30. Salida de Campo N°6 Aforo Flotador	92
Tabla 31. Salida de Campo N°7 Aforo Flotador	93
Tabla 32. Salida de Campo N°8 Aforo Flotador – Vertedero	93
Tabla 33. Área Transversal del Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1.	94
Tabla 34. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°2.	94
Tabla 35. Área Transversal de la Q. La Seca Salida C. N°1.	94
Tabla 36. Área Transversal de la Q. Tonchalá Salida C. N°4.	95
Tabla 37. Área Transversal de la Q. Tonchalá Salida C. N°5	95
Tabla 38. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°6	95
Tabla 39. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°7	96

Tabla 40. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°8	96
Tabla 41. Determinación de Cloruros Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1	97
Tabla 42. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°2	97
Tabla 43. Determinación de Cloruros Q. La Seca Salida C. N°3	98
Tabla 44. Determinación de Cloruros Q. Tonchalá Salida C. N°4	98
Tabla 45. Determinación de Cloruros Q. Tonchalá Salida C. N°5	99
Tabla 46. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°6	100
Tabla 47. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°7	102
Tabla 48. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°8	102
Tabla 49. Aforo Químico 1 - 2 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1	105
Tabla 50. Aforo Químico 3 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1	106
Tabla 51. Aforo Químico 4 -5 Q. Cuperena Salida C. N°2	107
Tabla 52. Aforo Químico 6 -7 Q. Cuperena Salida C. N°2	108
Tabla 53. Aforo Químico 8 Q. La Seca Salida C. N°3	109
Tabla 54. Aforo Químico 9 -10 Q. La Seca Salida C. N°3	110
Tabla 55. Aforo Químico 11 Q. La Seca Salida C. N°3	111
Tabla 56. Aforo Químico 12-13 Q. Tonchalá Salida C. N°4	112
Tabla 57. Aforo Químico 14-15 Q. Tonchalá Salida C. N°4	113
Tabla 58. Aforo Químico 16 Q. Tonchalá Salida C. N°5	114
Tabla 59. Aforo Químico 17-18 Q. Tonchalá Salida C. N°5	115
Tabla 60. Aforo Químico 19-20 Q. Tonchalá Salida C. N°5	116

Tabla 61. Aforo Químico 21-22 Q. Tonchalá Salida C. N°5	117
Tabla 62. Aforo Químico 23-24 Q. Tonchalá Salida C. N°5	118
Tabla 63. Aforo Químico 25 Q. Tonchalá Salida C. N°5	119
Tabla 64. Aforo Químico 26 Q. Tonchalá Salida C. N°6	120
Tabla 65. Aforo Químico 27-28 Q. Tonchalá Salida C. N°6	121
Tabla 66. Aforo Químico 29-30 Q. Tonchalá Salida C. N°6	122
Tabla 67. Aforo Químico 31-32 Q. Tonchalá Salida C. N°6	123
Tabla 68. Aforo Químico 33-34 Q. Tonchalá Salida C. N°6	124
Tabla 69. Aforo Químico 35-36 Q. Tonchalá Salida C. N°6	125
Tabla 70. Aforo Químico 37 Q. Tonchalá Salida C. N°6	126
Tabla 71. Aforo Químico 38 Q. Cuperena Salida C. N°7	127
Tabla 72. Aforo Químico 39-40 Q. Cuperena Salida C. N°7	128
Tabla 73. Aforo Químico 41 Q. La Seca Salida C. N°8	129
Tabla 74. Aforo Químico 42-43 Q. La Seca Salida C. N°8	130
Tabla 75. Aforo Químico 44-45 Q. La Seca Salida C. N°8	131
Tabla 76. Aforo Químico 46-47 Q. La Seca Salida C. N°8	132
Tabla 77. Aforo Químico 48-49 Q. La Seca Salida C. N°8	133
Tabla 78. Aforo Químico 50-51 Q. La Seca Salida C. N°8	134
Tabla 79. Aforo Químico 52-53 Q. La Seca Salida C. N°8	135
Tabla 80. Aforo Químico 54-55 Q. La Seca Salida C. N°8	136

Lista de Figura

	Pág.
Figura 1. Comportamiento de la conductividad según inyección instantánea	35
Figura 2. Vertedero rectangular.	39
Figura 3. Ubicación Canal distrito de riego de Abrego, Vereda Llano Suarez, Norte de Santander	43
Figura 4. Ubicación Quebrada Cuperena, Norte de Santander	44
Figura 5. Ubicación Quebrada seca, Norte de Santander	44
Figura 6. Ubicación Quebrada Tonchalá “Pozo Azul”, Norte de Santander	44
Figura 7. Reconocimiento Canal Distrito de Riego Ábrego	50
Figura 8. Reconocimiento Quebrada Seca	50
Figura 9. Reconocimiento Quebrada Cuperena	51
Figura 10. Reconocimiento Quebrada Tonchalá	51
Figura 11. Grafica Curvas SDT – Cloruro	66
Figura 12. Grafica Curvas SDT – Cloruros -15m	67
Figura 13. Grafica Salida de Campo N°.1 CDR Ábrego	70
Figura 14. Grafica Salida de Campo N°.2 Q. Cuperena	71
Figura 15. Grafica Salida de Campo N°.3 Q. La Seca	72
Figura 16. Grafica Salida de Campo N°.4 Q. Tonchalá	74
Figura 17. Grafica Salida de Campo N°.5 Q. Tonchalá	75
Figura 18. Grafica Salida de Campo N°.6 Q. Cuperena	76
Figura 19. Grafica Salida de Campo N°.7 Q. Cuperena	78

Figura 20. Grafica Salida de Campo N°.8 Q. La Seca	79
Figura 21. Graficas Aforo Químico 1 - 2 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1	105
Figura 22. Graficas Aforo Químico 3 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1	106
Figura 23. Graficas Aforo Químico 4 -5 Q. Cuperena Salida C. N°2	107
Figura 24. Graficas Aforo Químico 6 -7 Q. Cuperena Salida C. N°2	108
Figura 25. Graficas Aforo Químico 8 Q. La Seca Salida C. N°3	109
Figura 26. Graficas Aforo Químico 9-10 Q. La Seca Salida C. N°3	110
Figura 27. Graficas Aforo Químico 11 Q. La Seca Salida C. N°3	111
Figura 28. Graficas Aforo Químico 12-13 Q. Tonchalá Salida C. N°4	112
Figura 29. Graficas Aforo Químico 14-15 Q. Tonchalá Salida C. N°4	113
Figura 30. Graficas Aforo Químico 16 Q. Tonchalá Salida C. N°5	114
Figura 31. Graficas Aforo Químico 17-18 Q. Tonchalá Salida C. N°5	115
Figura 32. Graficas Aforo Químico 19-20 Q. Tonchalá Salida C. N°5	116
Figura 33. Graficas Aforo Químico 21-22 Q. Tonchalá Salida C. N°5	117
Figura 34. Graficas Aforo Químico 23-24 Q. Tonchalá Salida C. N°5	118
Figura 35. Graficas Aforo Químico 25 Q. Tonchalá Salida C. N°5	119
Figura 36. Graficas Aforo Químico 26 Q. Tonchalá Salida C. N°6	120
Figura 37. Graficas Aforo Químico 27-28 Q. Tonchalá Salida C. N°6	121
Figura 38. Graficas Aforo Químico 29-30 Q. Tonchalá Salida C. N°6	122
Figura 39. Graficas Aforo Químico 31-32 Q. Tonchalá Salida C. N°6	123
Figura 40. Graficas Aforo Químico 33-34 Q. Tonchalá Salida C. N°6	124

Figura 41. Graficas Aforo Químico 35-36 Q. Tonchalá Salida C. N°6	125
Figura 42. Graficas Aforo Químico 37 Q. Tonchalá Salida C. N°6	126
Figura 43. Graficas Aforo Químico 38 Q. Cuperena Salida C. N°7	127
Figura 44. Graficas Aforo Químico 39-40 Q. Cuperena Salida C. N°7	128
Figura 45. Graficas Aforo Químico 41 Q. La Seca Salida C. N°8	129
Figura 46. Graficas Aforo Químico 42-43 Q. La Seca Salida C. N°8	130
Figura 47. Graficas Aforo Químico 44-45 Q. La Seca Salida C. N°8	131
Figura 48. Graficas Aforo Químico 46-47 Q. La Seca Salida C. N°8	132
Figura 49. Graficas Aforo Químico 48-49 Q. La Seca Salida C. N°8	133
Figura 50. Graficas Aforo Químico 50-51 Q. La Seca Salida C. N°8	134
Figura 51. Graficas Aforo Químico 52-53 Q. La Seca Salida C. N°8	135
Figura 52. Graficas Aforo Químico 54-55 Q. La Seca Salida C. N°8	136
Figura 53. Graficas curva con Diferentes Concentraciones - Iguales Distancia	137
Figura 54. Selección del tramo a estudiar	138
Figura 55. Preparación de la mezcla trazadora	138
Figura 56. Aforo de control 1. (volumétrico).	138
Figura 57. Aforo de control 2. (Flotador).	138
Figura 58. Punto de muestreo aforo químico.	138
Figura 59. Determinación de cloruros.	138
Figura 60. Selección del tramo a estudiar	139
Figura 61. Preparación mezcla trazadora	139

Figura 62. Aforo de control 1. (vertedero).	139
Figura 63. Aforo de control 2. (Flotador).	139
Figura 64. Fabricación vertedero rectangular.	139
Figura 65. Determinación de cloruros.	139
Figura 66. Selección del tramo a estudiar	140
Figura 67. Preparación mezcla trazadora	140
Figura 68. Aforo de control. (Flotador).	140
Figura 69. Punto de inyección instantánea	140
Figura 70. Punto de muestreo - Conductímetro	140
Figura 71. Aforo con agente trazador.	140
Figura 72. Selección del tramo a estudiar	141
Figura 73. Se garantiza turbulencia en la corriente	141
Figura 74. Selección del tramo para aforo con flotador	141
Figura 75. Punto de muestreo e inyección instantánea	141
Figura 76. Alistamiento del agente trazador.	141
Figura 77. Determinación de cloruros.	141

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Formatos aforos de control.	90
Anexo 2. Calculo de áreas sección transversal de cada corriente	94
Anexo 3. Determinación de cloruros	97
Anexo 4. Calculo de caudales para el método de aforo con trazador	105
Anexo 5.Registro Fotografico	138

Introducción

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de conocer la cantidad de agua que fluye en los ríos, con fines de aprovechamiento, de prevención o de mitigación de los daños causados por las inundaciones. Además, hoy en día nos encontramos frente a un cambio climático provocado por la actividad industrial, los automóviles, los grandes cultivos y la manutención de ganados, todo aquello que permite la supervivencia de los seres humanos que poblamos el planeta, según los datos de la ONU (2021), se estima unos 7700 millones de personas, provocando con ello grandes alteraciones. Una de ellas, quizás la más preocupante, es el calentamiento global de la Tierra generado por un aumento del efecto invernadero.

Para elaborar el diseño de estructuras y obras hidráulicas como plantas de tratamiento de agua, estructuras de contención, puentes, entre otras; es necesario conocer el caudal que transporta la fuente hídrica. Sin embargo, la determinación de los caudales, por los medios convencionales como el molinete en ocasiones es difícil debido al estado de los cauces; niveles muy bajos, corrientes turbulentas o gran cantidad de sólidos de tamaño considerable que estropearían las hélices del equipo.

Otro problema se presenta cuando la profundidad del agua para sumergir el equipo es poca, o cuando la velocidad del caudal es menor que el mínimo requerido por el dispositivo. (Guizerix y Florkowski 1983).

En el pasado los trazadores se han utilizado en grandes ríos, mediante el empleo de algunos trazadores, como los fluorescentes que se usan a menudo en estados unidos, sin embargo, se debe realizar la toma de la muestra y que el agua no se encuentre muy turbia, ya que se pueden mezclar con los trazadores. (Flury y Wai 2003).

Por lo tanto, se plantea en esta investigación la alternativa de emplear un método diferente a los aforos convencionales (molinete) para la medición del caudal en pequeñas corrientes naturales en el departamento Norte de Santander, se pretende implementar del método químico utilizando Cloruro de Sodio (NaCl o sal común) como trazador, este método es conocido también como aforo con agentes químicos o trazador.

1. Problema

1.1. Título

Estudio sobre la implementación del método de aforo con agente químico en corrientes naturales del departamento Norte de Santander

1.2. Planteamiento del problema

Los pequeños arroyos, canales naturales o quebradas son fuentes hídricas muy importantes en el departamento Norte de Santander. Siendo así, no se registran estudios referentes a la medición del caudal que se hayan realizado en estas fuentes de agua.

El agua es de gran importancia, de hecho, la humanidad no subsistirá si ella, en estos momentos los asentamientos humanos crecen día tras día, y el consumo de agua en las ciudades sigue en aumento. Es una problemática que nos involucra a todos como humanidad. En un escenario fortuito de escasez del vital recurso, urge la necesidad de fomentar su estudio, buscando alternativas para su máximo aprovechamiento y cuidado.

Por lo anterior, se estudia la oportunidad de emplear métodos de aforo que sean económicos, sencillos y rápidos, aunque deben ser precisos, ya que son necesarios para hallar los caudales en los meses de sequía, así como en los de lluvias prolongadas, para tomar las acciones pertinentes que permitan resolver el conflicto uso- calidad del agua, para conseguir este fin existen varios métodos de aforo: aforo directo como el volumétrico, gravimétrico, con trazadores y medidores de hélice; Métodos de área velocidad como el del molinete, flotadores; métodos que

utilizan contracciones como la canaleta Parshall, sifones, vertederos, medidores Venturi y el flujo a través de orificios y compuertas.

Buscando hacer uso de métodos de aforo sencillos, rápidos y económicos, pero precisos se decide explorar el método de los trazadores, en este caso empleando Cloruro de Sodio (NaCl o sal común). Si bien este método es conocido en la ciencia y tecnología desde hace tiempo, y su desarrollo teórico se encuentra fácilmente en los libros de texto, su implementación es dependiente de la corriente donde se desea implementar, a fin de definir parámetros del ensayo como la concentración a utilizar, distancia entre el punto de inyección y el punto de monitoreo, entre otros. En el departamento Norte de Santander no se han realizado este tipo de estudios para disponer de un referente local y/o regional para la correcta implementación de esta técnica de aforo.

1.3. Formulación del problema

¿Qué tan preciso puede llegar a ser emplear trazadores (NaCl o sal común) para determinar el caudal en corrientes naturales del departamento Norte de Santander?

¿Existen estudios locales o regionales, en Norte de Santander, donde se identifiquen las características adecuadas para una prueba de aforo con agente químico en corrientes naturales?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar un estudio de campo sobre la implementación de la técnica de aforo con agente químico en pequeños cauces naturales.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Presentar el estado del arte sobre el uso de las técnicas de aforo con agentes químicos.
- Identificar las características adecuadas del ensayo de aforo con agente químico en pequeños cauces naturales, mediante estudio de casos.
- Evaluar diferentes alternativas de implementación del aforo con agente químico, cuantificando su precisión.

1.5. Justificación

Es indiscutible que el agua es limitada y que cada año nuestros ríos ofrecen menos caudal y en contraparte la humanidad cada vez consume más de este preciado recurso, por este motivo es importante estudiar el comportamiento de nuestros ríos y pequeños arroyos, para prevenir periodos de sequías, y también, poder determinar periodos de retorno que son de gran importancia cuando se desean desarrollar proyectos de obras civiles que puedan ser afectados por eventuales crecientes. Por lo tanto, para realizar estudios futuros del comportamiento de las quebradas y su aporte hídrico es indispensable efectuar aforos del caudal que transportan y cómo varía en los diferentes tramos de sus trayectorias. Por otro lado, existen sectores en donde las condiciones hidráulicas y tipológicas de los cauces hacen difícil emplear métodos de aforo tradicionales como lo es el correntómetro o molinete, por tal motivo se desea explorar el uso de agentes químicos o trazadores, en este caso Cloruro de Sodio (sal común) para realizar aforos en pequeñas quebradas y determinar qué tan efectivo puede llegar a ser el empleo de este método alternativos.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

Con la ejecución del presente trabajo de investigación se desea determinar la efectividad de utilizar agentes químicos (Cloruro de Sodio), como método de aforo alternativo que permita obtener el caudal de pequeños arroyos del departamento Norte de Santander, y así de esta manera, tener la posibilidad de realizar aforos con trazadores que arrojen resultados confiables, generando un precedente para futuras investigaciones de carácter hidrológico e hidráulico en el departamento, como una opción para medir el caudal en tramos de los cauces no sea posible emplear otros métodos de aforo.

1.6.2. Limitaciones

La actual crisis de violencia e inseguridad que azota a la ciudad y al departamento, ya que es riesgoso para la integridad personal el desplazamiento a zonas rurales y el acceso a cualquier tramo de las corrientes naturales de agua.

El proceso de inyección del agente trazador y la captura de información el punto de muestreo requiere de cierta cantidad de personal, mínimo 3 personas que apoyen en la ejecución de cada una de estas actividades. (IDEAM, 2007)

La dificultad para acceder a un molinete y/o micro molinete para realizar aforos que permitirían arrojar datos como punto de partida para determinar la precisión del método químico.

La actual crisis mundial causada por la pandemia del Covid 19, que limita el acceso a las instalaciones de la universidad Francisco de Paula Santander, impidiendo el uso de los laboratorios y sus equipos que podrían ser de utilidad en la realización de este proyecto de investigación.

1.7. Delimitaciones

1.7.1. Delimitación espacial

- Canal distrito de riego de Ábrego, vereda Llano Suárez, Norte de Santander; Ubicada en las siguientes coordenadas Geográfica $8^{\circ}04'28''\text{N} - 73^{\circ}13'40''\text{W}$, en coordenadas planas 8.074444, -73.227778.
- Quebrada Cuperena en la vereda la Culebra jurisdicción del municipio del Zulia, Norte de Santander; ubicada en las siguientes coordenadas geográficas $08^{\circ}00'24.46''\text{N} - 72^{\circ}36'52.08''\text{W}$, en coordenadas planas 8.006794, 72.614467, donde es alimentada por la quebrada Macanilla.
- Quebrada Seca en San Cayetano, Norte de Santander ubicada en las siguientes coordenadas geográficas $7^{\circ}52'45.6''\text{N} - 72^{\circ}37'25.5''\text{W}$, en Coordenadas planas 7.879327, -72.623751.
- Quebrada Tonchalá “Pozo Azul” en la vereda de Ayacucho jurisdicción de Carmen de Tonchalá, Norte de Santander; ubicada en la siguiente coordenada geográficas $7^{\circ}48'42.9''\text{N} - 72^{\circ}35'01.2''\text{W}$, en Coordenadas planas 7.811914139455271, -72.58365645238496.

1.7.2. Delimitación temporal

El tiempo estipulado para el desarrollo del trabajo de investigación es de seis meses a partir de la fecha de aprobación.

1.7.3. Delimitación conceptual.

Los términos en los que se trabajaron son los siguientes:

- Caudal
- Aforo
- Agente químico o trazador
- Cloruro de Sodio
- Dilución
- Inyección
- Punto de muestreo
- Inyección instantánea
- Sólidos Totales Disueltos (SDT)
- Vertedero
- Molinete

2.Marco referencial

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes empíricos.

AFORO QUÍMICO DE RÍOS, El aforo químico se aplica por lo general en los casos de ríos muy turbulentos y cauces discontinuos en los lugares de aforo que los datos obtenidos mediante molinetes dan resultados erráticos. La variación del gasto durante y entre aforos sucesivos de inspección con correntómetro adiciona otro agente de inseguridad. Se ha desarrollado un método químico-espectrofotométrico, que da resultados que concuerdan mucho mejor con los caudales obtenidos por medio de vertederos. (Kaiser Y Campero, 1956).

2.1.2. Antecedentes Bibliográficos

RUEDA URUEÑA, Oscar Fernando y CHITIVA, Manuel Augusto. Análisis comparativo de tres métodos para la medición de caudales en canales abiertos; Trabajo de Grado. Tecnólogo en Saneamiento Ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2016. 130 p. El trabajo de grado comprende las actividades desarrolladas durante la investigación realizada en la ciudad de Bogotá D.C.

En un estudio nacional cuyo objetivo era determinar la viabilidad de emplear como métodos de aforo el trazador (NaCl o sal común) o el aforo con flotadores (bolas de ping-pong y tabla flotante), además del aforo convencional con molinete, sobre la cuenca alta de los ríos Fucha y salitre de la ciudad de Bogotá.

Se pudo concluir que para el punto de monitoreo sobre la cuenca del río Fucha con carrera séptima, los tres métodos de aforo propuestos (molinete, flotadores y el trazador) fueron apropiados conforme a las características de la sección aforada.

GALECIO VALDES, Juan Enrique. Métodos de aforo para la estimación de la recarga de acuíferos; Trabajo de Grado. Ingeniero Civil. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Civil. 2007. 154 p. El trabajo de grado comprende las actividades desarrolladas durante la investigación realizada en la ciudad Santiago de Chile.

En un estudio realizado en Santiago de Chile se comprobó que uno de los métodos para estimar la recarga de un acuífero se realiza por medio de aforos diferenciales. La validez de este procedimiento depende de la exactitud de las estimaciones de los caudales, ya que en muchos casos los errores producidos son comparables con las estimaciones de la recarga, lo que invalida los resultados. El objetivo más importante de este Trabajo de Título fue analizar distintos métodos de aforo, prestando especial atención al método de aforos químicos con trazadores, ya que tendría un nivel de exactitud adecuado. El trazador que se pretende evaluar es el Cloruro de Sodio, el cual presenta ventajas económicas, de manejo, almacenamiento, etc.

NIJ PATZÁN, Jéser Esaú de Jesús. Comprobación y Comparación de la Eficiencia de Aforo por Molinete, Flotadores y Trazador en un Cauce Pequeño; Trabajo de Grado. MSC. Recursos Hidráulicos, Opción Hidrología. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos. 2010. 184 p. El trabajo de grado comprende las actividades desarrolladas durante la investigación realizada en Guatemala.

Este informe reúne algunos de los procedimientos para llevar a cabo aforos por molinete, flotadores y trazadores, con el objetivo de comprobar si dichos métodos conducen a un valor de caudal similar para una sección de canal natural dada y si existen diferencias o valores anómalos al llevarlos a cabo. En este proyecto una de sus conclusiones afirma que, la irregularidad de las secciones fue uno de los factores más críticos, a pesar de ello, los caudales obtenidos con el uso del trazador son muy cercanos en algunas inyecciones a los caudales obtenidos aplicando las diferentes metodologías para determinación de caudal con molinete.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Aforo

Es un procedimiento que consiste en realizar una serie de mediciones en campo que permiten posteriormente calcular el caudal de una corriente. Este caudal debe estar asociado a un nivel del agua. El caudal puede medirse por diferentes métodos. La elección del método de aforo depende de las condiciones específicas de cada sitio; la mayoría de estos métodos están basados en la medición de la velocidad y el área en una sección transversal determinada.

2.2.2. Métodos de Aforo

2.2.2.1. Aforo Químico o del Trazador

Para secciones de gran turbulencia y remolinos sumadas a otras como régimen torrencial, alta pendiente, poca profundidad, lechos inestables y líneas de flujo desordenadas en las secciones de aforo, hacen poco aplicable el método convencional (con molinete). (IDEAM, 2007)

Para suplir estos inconvenientes se han utilizado los aforos con trazadores también llamados aforos químicos, que permiten conocer el caudal a partir de la variación de concentración de una sustancia que es inyectada en el cauce. El procedimiento consiste en inyectar un trazador en una sección de la corriente y realizar aguas abajo, a una distancia lo suficientemente lejos para que haya dilución total, mediciones de conductividad eléctrica para detectar el paso de la nube y así calcular el caudal. En todo este desarrollo no se requiere conocer el área de la sección de medición. Con respecto a otros sistemas de medida el método de aforo químico destaca:

- Cauces en que la rapidez de la corriente es muy grande o que presentan mucha turbulencia, ya que en esas condiciones se hace muy esforzado utilizar un molinete u otro aparato convencional de aforos.
- Cauces que, obligados a sus condiciones, son inaccesibles para la tenacidad de métodos de aforos convencionales.
- Si los métodos con trazadores se aplican bien, presentan una tasa de exactitud máxima al de otros métodos de aforos.

2.2.2.1.1. Características de los trazadores

Para que las mediciones de caudal tengan aceptabilidad, las sustancias usadas como trazadoras deben tener ciertas características físicas, químicas y ambientales, establecidas como fruto de investigaciones a nivel internacional y nacional.

- Es conveniente que sea fácilmente soluble en agua y no se precipite, permitiendo marcar grandes cantidades de fluido con una pequeña masa de trazador. Es importante que pueda ser medido “in situ”.

- No debe contaminar el medio durante períodos prolongados ni afectar a seres vivos, además debe ser económico.
- Que se disuelva rápidamente en el río a una temperatura normal. Que no se encuentre en el agua del río o si está presente que lo esté en cantidades mínimas.
- Que no se descomponga, ni sea retenida o absorbida por sedimentos, plantas y organismos.
- Que su concentración sea detectada por métodos sencillos.
- Que sea inofensiva para el ser humano y los animales, en el grado de concentración que alcance en la corriente.

2.2.2.1.2. Tipos de trazadores

Las sustancias que más se utilizan en nuestro país en la realización de aforos químicos son las siguientes; Cloruro de sodio, Dicromato de sodio, Cloruro de litio, La Rodamina WT, Elementos radiactivos. Para esta investigación se empleará Cloruro de Sodio, por las siguientes características.

2.2.2.1.3. Cloruro de sodio

La sustancia trazadora más económica es la sal común (NaCl). El trazador se inyecta en la corriente, y su detección “in situ” por el método de conductividad es relativamente sencilla, el grado de disolución es de 600 gramos por litro.

2.2.2.1.4. Metodología

En las mediciones del caudal se pueden emplear dos (2) métodos en los que intervengan sustancias trazadoras; el primero basado en la inyección de la sustancia a un caudal constante y el segundo con inyección (vertimiento) instantánea. Para fines de esta investigación se empleará el segundo método de inyección.

2.2.2.1.5. Selección del lugar

La condición fundamental de la selección del lugar para la medición del caudal mediante el método por dilución es que se produzca una mezcla homogénea de la solución inyectada en el agua de la corriente en un tramo relativamente corto de un canal. La mezcla se ve mejorada por las rugosidades del canal y la presencia de cantos rodados que aumentan la turbulencia de la corriente, tal como cascadas y estrangulamientos abruptos del curso del agua.

Se debe determinar la distancia L aproximada en metros, requerida entre el sitio de inyección y el sitio de medición, la cual se puede calcular a partir de la siguiente expresión definida por:

$$L = 0.13 * C * \left(\frac{(0.7 * C) + 6}{g} \right) * \frac{b^2}{d}$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

En donde:

b = Ancho medio del río.

d = Profundidad media de la corriente.

C = Coeficiente de Chezy para el tramo ($15 < C < 50$).

g = Aceleración de la gravedad.

También puede utilizarse la ecuación empírica:

$$L = b \cdot Q^{1/3}$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

Donde:

L = longitud de muestreo (en metros)

Q = caudal aproximado (m^3/s)

$b = 14$ para inyección a mitad del cauce, 60 para inyección desde la banca

Según Kutter el coeficiente C se define a partir de la siguiente ecuación, en función de la rugosidad, la pendiente y el factor hidráulico.

$$C = \frac{23 + \frac{(0.00155)}{s} + \frac{1}{n}}{1 + \left[23 + \left(\frac{0.00155}{s} \right) * \left(\frac{n}{R^{(1/2)}} \right) \right]}$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

En donde:

S = Pendiente del tramo en m/m

R = Radio Hidráulico de la sección = A / P m/m

A = Área en m^2

P = Perímetro mojado = Ancho sección + $2(\text{profundidad media})$

n = Rugosidad del cauce

También puede definirse según otros autores como Manning que emplea una ecuación más sencilla:

$$C = \left(\frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}} \right)$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

Siendo:

n = Rugosidad del cauce

Para desarrollar este aforo, se requieren los siguientes equipos y elementos complementarios:

- Conductímetro
- Cronómetro
- Cinta métrica
- Dos probetas de 1.0 l y 500 ml.
- Baldes graduados
- Mezclador que no altere la solución
- Agua destilada
- Trazador
- Frascos de 100 ml.
- Papelería
- Radios portátiles o celulares
- Cartera de aforos y planillero
- Personal requerido: tres técnicos (Inspector, aforador y auxiliar).

En campo, se vierte en la corriente una solución de un elemento químico instantáneamente y la solución se diluye en la corriente por efecto de la mezcla. La relación entre el caudal constante de la solución inyectada y la determinación de la concentración resultante en la corriente en el sitio de medición nos permite conocer el caudal de la corriente; la precisión del método depende principalmente de:

- Que la solución inyectada se diluya uniformemente en toda la sección transversal de la corriente, antes de llegar a la sección de muestreo
- Que los materiales, sedimentos, plantas u organismos depositados en el lecho del río no absorban la sustancia trazadora y que esta no se descomponga con el agua de la corriente.

La concentración deberá determinarse en la sección de muestreo.

2.2.2.1.6. Determinación del peso del trazador

El peso (P_e) en gramos de trazador a emplear en una medición de caudal está definido por la siguiente expresión:

$$P_e = Q_a * T * C_o$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

Caudal (Q_a) aproximado (L/s)

Tiempo (T) en segundos de muestreo

Concentración esperada (C_o) (g/L)

2.2.2.1.7. Determinación del tiempo de medición

Para el caso de disolución de sales y disponiendo en terreno de un conductímetro, es posible graficar la conductividad contra el tiempo, determinado así el comienzo y el final del aforo; las mediciones de conductividad se realizan desde el momento que se inicia la inyección instantánea de la solución y el muestreo comienza cuando se registra el incremento de la conductividad, el cual se continúa a intervalos de tiempo (Δt), el aforo termina cuando la conductividad es igual al dato inicial, es decir que la corriente recupera su estado natural.

El tiempo de muestreo (T) está dado por la sumatoria de los Δt constantes empleados para la extracción de cada una de las muestras. Este tiempo para inyección instantánea, es el tiempo que tarda en pasar totalmente la onda de trazador. Aunque no se conoce una norma que definan con precisión, los intervalos de tiempo (Δt), normalmente se utilizan 10 - 15 - 20 - 25 ó 30 segundos; lo importante es que se tome el número de muestras necesarias para definir con precisión el comportamiento de las concentraciones durante el aforo.

2.2.2.1.8. Cálculo del caudal - método de inyección instantánea

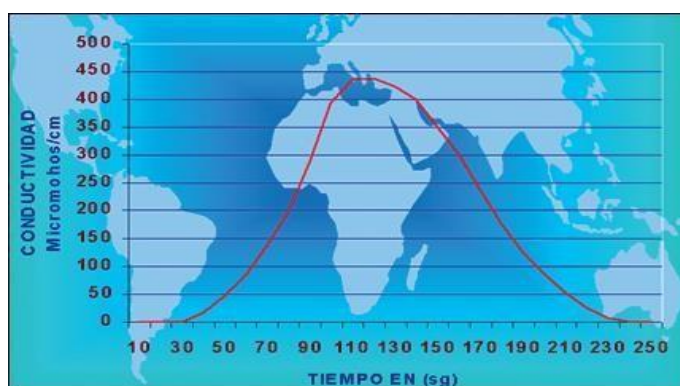


Figura 1. Comportamiento de la conductividad según inyección instantánea

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

Si la corriente no presenta conductividad inicial el caudal (Q) en l/s. está dado por:

$$Q_{tr} = \frac{V * C_1}{\int_0^t Cx dt}$$

Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

V = Volumen de la solución inyectada en litros

$\int Cx dt$ = Sumatoria de las concentraciones parciales por tiempo parcial.

El caudal (Q), cuando la corriente tiene concentración inicial de trazador se obtiene mediante la fórmula de:

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^t Cx dt - C_0 * T}$$

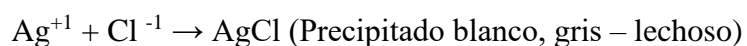
Fuente: IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua

$C_0 * T$ = Concentración inicial de la corriente por tiempo total

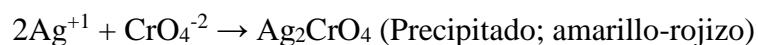
T = Tiempo en que toda la solución cruza por el punto de muestreo.

Para la determinación de cloruros (C^{-1}) se utiliza una técnica con fundamento en el método de Mohr: Se toman 30 ml de la muestra de agua, se adiciona una gota de indicador cromato de potasio ($KCrO_4$) al 5%, y se valora con disolución de nitrato de plata ($AgNO_3$) 0.01 M, hasta la aparición de una coloración rosácea, que indica el punto final de la valoración.

El método se basa en que en la titulación el ion cloruro es precipitado como cloruro de plata:



El punto final de la valoración se detecta utilizando un indicador capaz de demostrar el exceso de iones Ag^{+1} . El indicador usado es cromato de potasio. Cuando la concentración de ion cloruro disminuye y se acerca a su extinción, el ion de plata aumenta hasta exceder el producto de solubilidad del cromato de plata y en ese instante se forma un precipitado color amarillo-rojizo, según la siguiente reacción:



La formación del precipitado amarillo-rojizo se toma como evidencia de que todos los cloruros han sido precipitados.

La concentración del ión cloruro (Cl^{-1}), expresada en miligramos por litro (mg/L), se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Cloruro (Cl}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Volumen gastado de AgNO}_3)(0.01)(35.45)(1000)}{\text{Volumen de la muestra}}$$

La medición de sólidos disueltos totales (SDT), se realiza con el conductímetro utilizando las mediciones de los sólidos disueltos totales (SDT), es mucho más sencillo que la determinación de cloruros

$$Q = \frac{V_1 C_1}{\sum(\text{STD} - \text{STD}_0) * \Delta t}$$

Donde:

V_1 = volumen de la solución de cloruro de sodio

C_1 = Sólidos disueltos totales en la solución trazadora

$\sum(\text{STD}-\text{STD}_0)$ = diferencia de sólidos disueltos totales con respecto STD_0 a que corresponden a la cantidad de sólidos disueltos totales en la corriente fluvial

Δt = intervalo de tiempo del muestreo (s)

Para que los cálculos del caudal sean lo más exactos posible se debe contar con una buena caracterización del paso de la nube de trazador en el punto de medición. En ciertos casos la parte final de la nube puede tener un largo importante, pero con concentraciones de trazador bajas, por lo que, si no se mide adecuadamente, se puede dejar de contabilizar una parte de la curva, con la consiguiente pérdida de exactitud en el aforo. (Galecio, 2007)

2.2.2.2. Aforo Mediante Vertedero

El vertedero se usa cuando las profundidades y las velocidades del flujo son muy bajas de tal manera que no es posible aforar utilizando molinetes. El vertedero se hace de láminas de hierro galvanizado o cualquier otro material que asegure su durabilidad.

Para instalar el vertedero, la lámina se empuja en el fondo del canal. Se puede utilizar una pala para quitar las piedras o las rocas que impiden su penetración uniforme. Generalmente se utiliza un nivel de mano para asegurar que la parte superior de la placa sea horizontal y que las caras sean verticales.

Existen diferentes tipos de vertederos siendo los más comunes el triangular y el rectangular. El vertedero rectangular es uno de los más sencillos para construir y por este motivo, se emplea con mucha frecuencia. La precisión de la lectura que ofrece está determinada por su nivel de error, que fluctúa entre 3 y 5%.

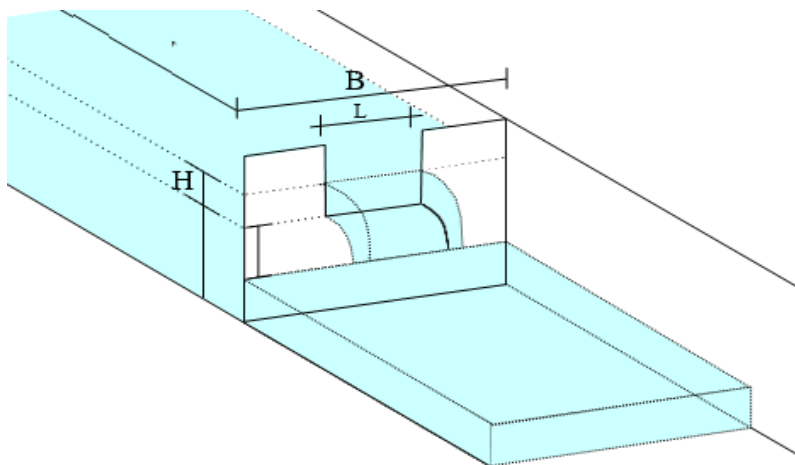


Figura 2. Vertedero rectangular.

Fuente: Corporación autónoma regional del valle del Cauca. Manual de procedimientos hidrométricos

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2gLH^3/2}$$

Dónde:

Q=caudal, m³/s

g = aceleración de la gravedad, m/s²

H = carga, m

L = longitud del vertedor, m

2.2.2.3. Aforo volumétrico

Cuando se trate de medir caudales pequeños en condiciones que no permitan el uso del molinete, o no se cuente con este equipo, se utiliza el aforo volumétrico, que consiste sencillamente en recolectar en un recipiente previamente calibrado, un volumen de agua conocido y tomar con precisión el tiempo de recolección, preferiblemente con cronómetro.

Se recomienda utilizarlo en corrientes pequeñas, en las cuales se pueda coleccionar en un recipiente calibrado el 100% del flujo a medir. La calibración del recipiente y el tiempo de

recolección deben ser muy precisos para garantizar la buena calidad de la medición del caudal. Para tal efecto, se recurre a recipientes de uso común como un balde o caneca que tenga registros de volumen. El caudal se obtiene por la relación entre el volumen recolectado en Litros y el tiempo correspondiente en segundos:

$$Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo}$$

Requerimientos:

- Definir y adecuar sección
- Canaleta para conducción del flujo al recipiente
- Recipiente (balde, caneca, tanque) aforado en litros
- Cronómetro
- Cartera de aforos y planillero
- Personal: un técnico (Aforador).

2.2.2.4. Aforo con flotadores

En casos especiales se requiere medir en forma rápida el caudal en una corriente que presenta una lámina de agua pequeña (pocos centímetros), entonces se recurre a la medición de la velocidad superficial a lo ancho del cauce, utilizando flotadores especialmente diseñados y suministrados para este efecto.

Normalmente se toman las velocidades a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ del ancho de la sección, para lo cual se selecciona un tramo del corriente limitado por dos secciones, entre las cuales las líneas de flujo sean paralelas. En la sección uno, se colocan los flotadores y en la sección dos se registra la llegada, tomando el tiempo de desplazamiento de cada uno de los flotadores. Posteriormente se calcula la velocidad para cada flotador y la velocidad media en la corriente se obtiene promediando las tres

velocidades, observando que para láminas pequeñas la velocidad en la vertical es uniforme, por lo cual la velocidad superficial es representativa para toda la sección de aforo.

El área de la sección transversal se establece mediante sondeos de profundidad y medición del ancho del cauce. El caudal se obtiene por la relación entre el volumen recolectado (V) y el tiempo correspondiente (T) con la siguiente fórmula

$$Q = V / T$$

Requerimientos:

- Flotadores, suministrados por casa especializada en hidrometría (norma técnica)
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Cartera de aforos y planillero
- Radios portátiles o celulares.

Tabla 1. Factor “F” de ajuste de la velocidad del flotador en función de la relación “R”, entre la profundidad de inmersión del flotador y la profundidad del agua

R	F
0.10 o menos	0.86
0.25	0.88
0.50	0.90
0.75	0.94
0.95	0.98

Fuente: guía No. 168 de la OMM.

2.3. Marco Conceptual

Caudal: El caudal corresponde al volumen de agua que pasa instantáneamente por la sección de aforos en la unidad de tiempo y se expresa en metros cúbicos por segundo (m³/s) o en

litros por segundo (l/s), cuando se manejan pequeñas magnitudes. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM, 2007, pág. 35).

Aforo: Es un procedimiento que consiste en realizar una serie de mediciones en campo que permiten posteriormente calcular el caudal de una corriente. Este caudal debe estar asociado a un nivel del agua (Corporación autónoma regional del valle del Cauca. Manual de procedimientos hidrométricos.2002, pág. 18).

Agente químico o trazador: Puede definirse como trazador a toda sustancia que incorporada a un proceso físico o químico permite estudiar su comportamiento y evolución (Instituto de Hidrología, meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM, 2007, pág. 50).

Cloruro de Sodio: La sustancia trazadora más económica es la sal común (NaCl). El trazador se inyecta en la corriente, y su detección “in situ” por el método de conductividad es relativamente sencilla, el grado de disolución es de 600 gramos por litro. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM, 2007, pág. 52)

Dilución: Disminuir la concentración de una sustancia por medio de un solvente.

Inyección: Vertimiento de una cantidad conocida de volumen de trazador en el flujo de un cauce.

Punto de muestreo: sitio seleccionado a una distancia determinada para realizar la lectura de los sólidos totales disueltos en el cauce del río.

Inyección instantánea: Este método consiste en inyectar una cantidad conocida de masa de trazador en el flujo de un cauce de manera instantánea y luego medir el paso de la nube de trazador a través del tiempo.

Sólidos Totales Disueltos (SDT): Los SDT incluyen las sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico que se encuentra disuelto en el agua, o que haya pasado a través del filtro con abertura de 1.5 micras.

Vertedero: Son dispositivos hidráulicos fijos o removibles que consisten en una escotadura a través de la cual se hace circular el caudal que se quiere medir en el canal o corriente natural. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM, 2007, pág. 61)

Molinete: Equipo también denominado como correntómetro utilizado para la medición de la velocidad del agua. Las revoluciones efectuadas por la hélice del molinete se registran en un contador. (Corporación autónoma regional del valle del Cauca. Manual de procedimientos hidrométricos, 2002)

2.4. Marco Contextual

Canal distrito de riego de Abrego, Vereda Llano Suarez, Norte de Santander; coordenadas planas 8.074444, -73.227778, en coordenadas geográficas 8°04'28"N 73°13'40"W



Figura 3. Ubicación Canal distrito de riego de Abrego, Vereda Llano Suarez, Norte de Santander

Quebrada Cuperena, Norte de Santander; sus coordenadas planas 8.006794, -
72.614467, en coordenadas geográficas 08°00'24.46"N 72°36'52.08"W



Figura 4. Ubicación Quebrada Cuperena, Norte de Santander

Quebrada Seca, San Cayetano, Norte de Santander; sus Coordenadas planas 7.879327, -
72.623751, en coordenadas geográficas 7°52'45.6"N 72°37'25.5"W

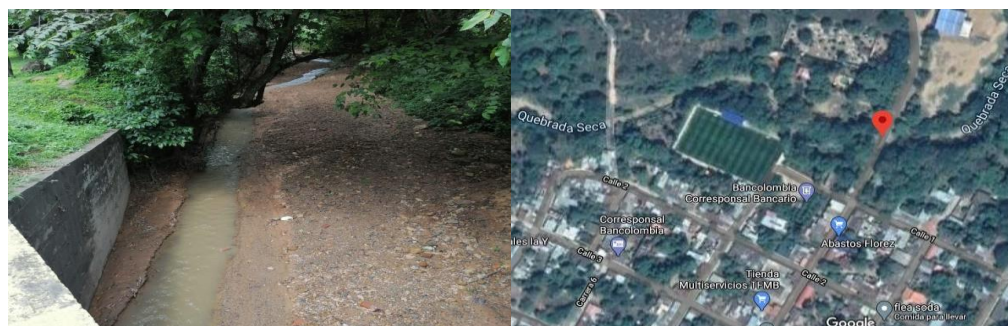


Figura 5. Ubicación Quebrada seca, Norte de Santander

Quebrada Tonchalá “Pozo Azul”, Norte de Santander; Coordenadas planas 7.811914139455271, -
72.58365645238496, en coordenadas geográficas 7°48'42.9"N 72°35'01.2"W

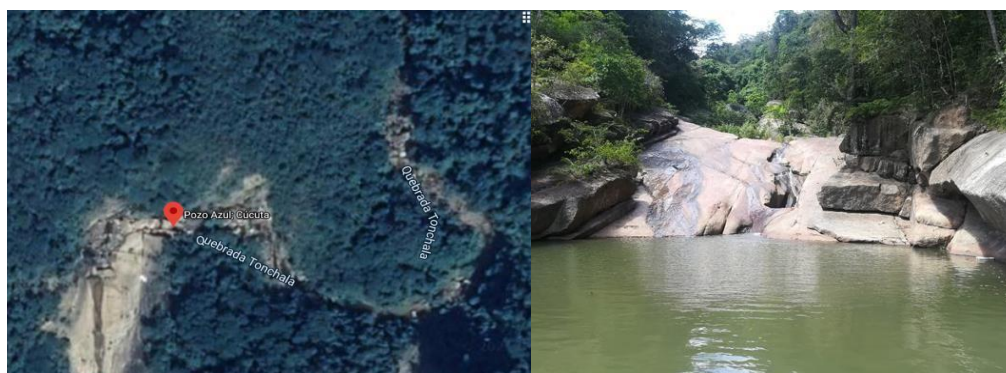


Figura 6. Ubicación Quebrada Tonchalá “Pozo Azul”, Norte de Santander

2.5.Marco Legal

Acuerdo O65, 26 de agosto de 1996. Por el cual se establece el estatuto estudiantil de la Universidad Francisco de Paula Santander.

ART. 143 Los trabajos de grado podrán ser iniciados por el estudiante que haya aprobado por lo menos el 60 % de los créditos exigidos en su plan de estudios.

El Consejo Superior Universitario de la U.F.P.S, estableció el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, donde el artículo 140, define las diferentes opciones que tiene el estudiante para realizar su trabajo de grado, que contempla posibles proyectos, como los trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento o proyectos de extensión como las pasantías, trabajo dirigidos y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997, Inciso B de este acuerdo.

Inciso B: Investigación: Es la actividad intelectual encaminada a la construcción de conocimientos en las diversas esferas de la actividad humana, utilizando instrumentos racionales y materiales concebidos a través del tiempo, dentro del rigor y los cánones aceptados como científicos y cuyo fin último es el progreso del conocimiento y su aplicación en beneficio de la sociedad Decreto 1729 de 2002

Artículo 4°. *Finalidades, principios y directrices de la ordenación.* La ordenación de una cuenca tiene por objeto principal el planeamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, de manera que se consiga mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos (IDEAM, 2014).

3. Diseño Metodológico

3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo investigativo propuesto, se caracteriza por ser una investigación aplicada en campo, de tipo experimental, con base en la ejecución de ensayos en terreno, habrá información cualitativa referente a la caracterización de las quebradas y de los tramos elegidos para el desarrollo de las actividades, de la ejecución de los aforos y la realización de los cálculos correspondientes se obtendrá información de carácter cuantitativa, los cuales serán sometidos a una serie análisis comparativos que permitan generar conceptos concluyentes para la investigación.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Corresponde a la totalidad de las corrientes hídricas pertenecientes al departamento Norte de Santander, siendo el Río Catatumbo y Pamplonita los de mayor importancia.

Por su parte el Río Catatumbo; nace con el nombre de Oroque, en el cerro de Jurisdicciones al sur de Ábrego; corre hacia el norte hasta una depresión de la cordillera entre Ábrego y Ocaña donde empieza a llamarse Algodonal, cruza la mesa de Ocaña y continúa su curso con el nombre de Catatumbo. En el municipio de El Tarra recibe las aguas del río Tarra y en el de Tibú las del río de Oro, que sirve de límite entre Venezuela y Colombia; desembocan sus aguas en el Lago de Maracaibo (República de Venezuela) al norte de la ensenada de Aguas Muertas. Tiene un curso aproximado de 450 km, de los cuales 240 están o pertenecen al territorio colombiano.

Por otro lado, el Río Pamplonita; Constituye el principal afluente del río Zulia, nace en el Páramo de Fontibón a 3.100 m.s.n.m., al sureste de Pamplona; tiene una dirección general al norte y corre paralelo a los ríos Táchira y Zulia, sirve de límite entre Colombia y Venezuela en un trayecto de 13 km. Atraviesa los municipios de Bochalema, Cúcuta, Chinácota, Los Patios, Pamplona, Pamplonita y Puerto Santander. La Subcuenca del río Pamplonita está bastante intervenida ambientalmente, lo cual se explica por atravesar una región densamente poblada

3.2.2.Muestra

La muestra corresponde a las corrientes seleccionadas como objeto de estudio, las cuales están ubicadas de la siguiente manera; Canal Distrito de Riego de Ábrego, vereda Llano Suárez, Quebrada Cuperena en la vereda la Culebra jurisdicción del municipio del Zulia, Quebrada La Seca en el municipio de San Cayetano y Quebrada Tonchalá en la vereda de Ayacucho jurisdicción de Carmen de Tonchalá.

3.3. Instrumentos para la recolección de información

3.3.1. Información Primaria.

En el desarrollo de los aforos con agente trazador se capturará la información directamente de campo mediante la lectura instantánea del conductímetro (Dispositivo diseñado para para la lectura de los Sólidos Totales Disueltos SDT), estas lecturas serán consignadas en las cartera de aforos; formatos diseñados para tal finalidad, de igual manera se tomarán muestras en frasco de 100 ml del agua paralelamente a la toma de lecturas de SDT para ser llevados a laboratorio en donde se determinarán los cloruros presentes en dichas muestras, para ser consignados en formatos

que permitirán la ejecución de cálculos posteriores. Por otro lado, los datos resultantes de los otros métodos de aforo que se emplearán serán consignados en sus respectivas carteras de aforo.

3.3.2. Información secundaria.

Será obtenida como el resultado de la consulta de antecedentes encontrados en la biblioteca Cote Lemus de la universidad, además, información de otras fuentes institucionales de otras ciudades, países, de igual manera se contó con la colaboración de profesionales en el campo y el director del proyecto.

3.4. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Las lecturas obtenidas como resultado de la ejecución de los ensayos de campo y las actividades de laboratorio serán sometidas a una serie de cálculos matemáticos descritos anteriormente, los cuales serán programados en hojas de cálculo Excel con la finalidad de garantizar exactitud en los resultados y agilizar los tiempos.

Con los datos que se obtendrán se realizará un análisis comparativo del aforo químico con los demás métodos de aforo realizados durante los ensayos, de esta manera se busca determinar la efectividad de los aforos realizados empleando Cloruro de Sodio como agente trazador.

3.5. Presentación de Resultados

Los resultados de la presente investigación se presentarán en primera instancia por medio del informe final de resultado del proyecto mediante el uso de tablas de resultados y empleando gráficas comparativas.

4.Desarrollo del Trabajo

4.1. Reconocimiento de los arroyos a aforar (Canal Distrito De Riego De Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá

Se realizó una visita previa a cada una de las corrientes objeto de estudio; con la finalidad de observar las condiciones hidráulicas y tipológicas cada una de estas, y así; determinar los tramos en los cuales se llevarían a cabo los aforos, otro aspecto importante que se consideró durante estas visita fue la fácil accesibilidad a los cauces, por otro lado, se procuró en lo posible que estos puntos no estuvieran muy alejados de zonas pobladas y/o caseríos, esto; para generar en cierta forma un ambiente de trabajo seguro.

De acuerdo con la información consultada y teniendo en cuenta las condiciones que cada aforo requiere para desarrollarse adecuadamente se seleccionaron los tramos en los cuales se efectuaron los aforos con trazador.

Además, se ubicaron los puntos en los cuales era posible realizar los aforos de control tales como; aforo volumétrico, aforo con flotador y aforo con vertedero rectangular, cabe resaltar que no todos estos aforos de control eran posibles realizarse en cada una de las corrientes, debido a las condiciones propias de cada una de éstas.

A continuación, se describen cada una de las corrientes reconocidas

4.1.1. Reconocimiento Canal Distrito de Riego de Ábrego



Figura 7. Reconocimiento Canal Distrito de Riego Ábrego

Como resultado del recorrido y la observación de esta corriente artificial se decide realizar el aforo volumétrico aprovechando la caída de agua, y el aforo con flotador aprovechando la sección rectangular, finalmente, se identifican los puntos y el tramo en los cuales se efectuarán los ensayos del aforo químico.

4.1.2. Reconocimiento Quebrada Seca



Figura 8. Reconocimiento Quebrada Seca

Después de recorrer y observar esta corriente natural se decide realizar el aforo con vertedero rectangular aprovechando alguna contracción del cauce, y el aforo con flotador en una sección más o menos homogénea, finalmente; se selecciona el tramo en los cuales se realizarán los ensayos del aforo con trazador y sus puntos de inyección y muestreo.

4.1.3. Reconocimiento Quebrada Cuperena



Figura 9. Reconocimiento Quebrada Cuperena

Una vez recorrida y luego de observar esta corriente natural se selecciona el tramo en los cuales se realizarán los ensayos del aforo con trazador, y sus puntos de inyección y muestreo; procurando la presencia de canto rodado que genere turbulencia en el agua para la actividad. Además, se opta solamente por realizar el aforo con flotador en una sección más o menos homogénea en la corriente.

4.1.4. Reconocimiento Quebrada Tonchalá



Figura 10. Reconocimiento Quebrada Tonchalá

Luego de recorrer y observar esta corriente natural se elige el tramo en los cuales se realizarán los ensayos del aforo con trazador, y sus puntos de inyección y muestreo; procurando la

presencia de canto rodado que genere turbulencia en el agua para la actividad. Finalmente, se opta solamente por realizar el aforo con flotador en una sección más o menos homogénea de la corriente.

4.2. Aforos en el Canal Distrito de Riego de Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá.

Durante la ejecución de las actividades se realizaron ocho salidas de campo, en las cuales se efectuaron un total de 55 aforos con agente químico, para este caso se empleó Cloruro de Sodio; (NaCl), además; se realizaron 15 aforos con flotador (tinta y pelota de Ping - Pong), un aforo volumétrico y dos aforos por el método del vertedero rectangular.

Las salidas de campo se esquematizan según la corriente a visitar y los aforos que se consideraron posibles de realizar durante el reconocimiento previo. A continuación, se presentan cada una de las salidas en donde se relaciona la información más relevante de cada aforo.

4.2.1. Salida de campo N. 1

Para la salida de campo N°. 1, se efectuaron 3 aforos químicos a una misma distancia de muestreo con tres distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 3 minutos con 20 segundos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizó un aforo volumétrico y un aforo con flotador.

Tabla 2. Salida de Campo N° 1 - Abrego

SALIDA DE CAMPO N° 1			FECHA : 20/7/2021		
UBICACIÓN : Ábrego, N. de S			CORRIENTE : Canal Distrito-Riego		
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 1	3	400	133.333,33	44	15
AFORO QUIM. 2	3	600	200.000,00	44	15
AFORO QUIM. 3	3	800	266.666,67	44	15

4.2.2. Salida de campo N. 2

Para la salida de campo N°. 2, se efectuaron 4 aforos químicos a una misma distancia de muestreo con cuatro distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 3 minutos con 20 segundos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador; uno empleando tinta y otro con la pelota de Ping - Pong. El peso del trazador y la distancia entre el punto de inyección y el punto de muestreo se asumieron inicialmente por los investigadores para obtener datos preliminares de estudio.

Tabla 3. Salida de Campo N° 2 – Q. Cuperena

SALIDA DE CAMPO N° 2			FECHA : 5/11/2021		
UBICACIÓN : Zulia, N. de S.			CORRIENTE : Quebrada Cuperena		
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 4	3	200	66.666,67	84	20
AFORO QUIM. 5	3	400	133.333,33	84	20
AFORO QUIM. 6	3	600	200.000,00	84	20
AFORO QUIM. 7	3	800	266.666,67	84	20

4.2.3. Salida de campo N. 3

Para la salida de campo N°. 3, se efectuaron 4 aforos químicos a una misma distancia de muestreo con cuatro distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 20 segundos durante 6 minutos con 40 segundos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador y un aforo con vertedero rectangular. El peso del trazador y la distancia entre el punto de inyección y el punto de muestreo se asumieron inicialmente por los investigadores para obtener datos preliminares de estudio.

Tabla 4. Salida de Campo N° 3 – Q. La Seca

SALIDA DE CAMPO N°	3	FECHA : 6/11/2021			
UBICACIÓN :	San Cayetano, N. de S.	CORRIENTE : Quebrada la Seca			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 8	3	200	66.666,67	69	14
AFORO QUIM. 9	3	400	133.333,33	69	14
AFORO QUIM. 10	3	600	200.000,00	69	14
AFORO QUIM. 11	3	800	266.666,67	69	14

4.2.4. Salida de campo N.4

Para la salida de campo N°. 4, se efectuaron 4 aforos químicos a una misma distancia de muestreo con cuatro distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 3 minutos con 20 segundos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador (Tinta y pelota de Ping - Pong). El peso del trazador y la distancia entre el punto de inyección y el

punto de muestreo se asumieron inicialmente por los investigadores para obtener datos preliminares de estudio.

Tabla 5. Salida de Campo N° 4 – Q. Tonchalá

SALIDA DE CAMPO N°	4	FECHA : 7/11/2021			
UBICACIÓN :	Carmen de Tonchalá, N de S.	CORRIENTE : Quebrada Tonchalá			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 12	3	200	66.666,67	69	15,5
AFORO QUIM. 13	3	400	133.333,33	69	15,5
AFORO QUIM. 14	3	600	200.000,00	69	15,5
AFORO QUIM. 15	3	800	266.666,67	69	15,5

4.2.5. Salida de campo N. 5

Para la salida de campo N°. 5, se efectuaron 10 aforos químicos; a tres distancias diferentes de muestreo con cuatro distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 5 minutos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador (Tinta y pelota de Ping - Pong).

Con la información obtenida en las primeras salidas de campo se determinaron los parámetros iniciales para aplicar las ecuaciones de la longitud de muestreo y el peso del trazador de la siguiente manera;

$$L = b \cdot Q^{1/3}$$

Caudal aproximado será 0.32 m³, de acuerdo con la ecuación se obtienen las siguientes longitudes para cada valor de b;

$$b = 14 = 9.6 \text{ m}; \text{ se determina } 10 \text{ metros de longitud}$$

$b = 50 = 34.23$ m; se determina 35 metros de longitud

$b = 60 = 41.03$ m; se determina 40 metros de longitud

$$Pe = Qa \cdot T \cdot C_0$$

Caudal aproximado será 320 L/s, de acuerdo con la ecuación se obtiene el peso del trazador;

$$Pe = 320 \text{ L/s} \cdot 200 \text{ s} \cdot 0.01 \text{ g/L} = 640 \text{ g, se determina 600 g de trazador.}$$

Se decide variar el peso del trazador de la siguiente manera; 50 g, 150 g, 300, y el valor elegido de 600 g.

Tabla 6. Salida de Campo N° 5 – Q. Tonchalá

SALIDA DE CAMPO N° 5		FECHA : 2/12/2021			
UBICACIÓN : Carmen de Tonchalá, N. de S.		CORRIENTE : Quebrada Tonchalá			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 16	3	150	50.000,00	90	10
AFORO QUIM. 17	3	300	100.000,00	90	10
AFORO QUIM. 18	3	50	16.666,67	90	35
AFORO QUIM. 19	3	150	50.000,00	90	35
AFORO QUIM. 20	3	300	100.000,00	90	35
AFORO QUIM. 21	3	600	200.000,00	90	35
AFORO QUIM. 22	3	50	16.666,67	90	40
AFORO QUIM. 23	3	150	50.000,00	90	40
AFORO QUIM. 24	3	300	100.000,00	90	40
AFORO QUIM. 25	3	600	200.000,00	90	40

4.2.6. Salida de campo N. 6

Para la salida de campo N°. 6, se efectuaron 12 aforos químicos; a tres distancias diferentes de muestreo con cuatro distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 5 minutos, simultáneamente se tomó muestras de agua

para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador (Tinta y pelota de Ping - Pong)

Se determina la longitud a partir de; $L = b \cdot Q^{1/3}$

Caudal aproximado será 4 m^3 , cabe resaltar que este caudal se obtuvo días después de las lluvias, en ese momento la corriente presentaba aumento del nivel y turbiedad en el agua, de acuerdo con la ecuación se obtienen las siguientes longitudes para cada valor de b;

$b = 14 = 22.22 \text{ m}$; se determina 20 metros de longitud

$b = 50 = 79.40 \text{ m}$; se determina 80 metros de longitud

$b = 60 = 95.24 \text{ m}$; se determina 95 metros de longitud

Con la finalidad de mantener las mismas condiciones de la salida de campo número 5; Se decide variar el peso del trazador de la siguiente manera; 50 g, 150 g, 300 y 600 g; de esta manera se puede comprobar el caudal cuando el nivel del agua es normal.

Tabla 7. Salida de Campo N° 6 – Q. Cuperena

SALIDA DE CAMPO N° 6		FECHA : 7/12/2021			
UBICACIÓN : Zulia, N. de Santander		CORRIENTE : Quebrada Cuperena			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUME N (litros)	PESO TRAZADO R (gr)	C ₁ (mg/l)	C ₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 26	3	50	16.666,67	100	20
AFORO QUIM. 27	3	150	50.000,00	100	20
AFORO QUIM. 28	3	300	100.000,00	100	20
AFORO QUIM. 29	3	600	200.000,00	100	20
AFORO QUIM. 30	3	50	16.666,67	90	80
AFORO QUIM. 31	3	150	50.000,00	90	80
AFORO QUIM. 32	3	300	100.000,00	90	80
AFORO QUIM. 33	3	600	200.000,00	90	80

AFORO QUIM. 34	3	50	16.666,67	90	95
AFORO QUIM. 35	3	150	50.000,00	90	95
AFORO QUIM. 36	3	300	100.000,00	90	95
AFORO QUIM. 37	3	600	200.000,00	90	95

4.2.7. Salida de campo N. 7

Para la salida de campo N°. 7, se efectuaron 4 aforos químicos; a tres distancias diferentes de muestreo con la misma concentración del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 5 minutos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador (Tinta y pelota de Ping - Pong)

A partir de $L = b \cdot Q^{1/3}$, se determina la longitud entre los puntos de inyección y de muestreo.

El caudal aproximado será 2 m^3 , obtenido de la salida número 6, nos arroja un caudal con un nivel normal y sin turbiedad en el agua. Según la ecuación se obtienen las siguientes longitudes para cada valor de b;

$b = 14 = 17.64 \text{ m}$; se determina 20 metros de longitud

$b = 50 = 62.99 \text{ m}$; se determina 60 metros de longitud

$b = 60 = 75.59 \text{ m}$; se determina 75 metros de longitud

$$Pe = Qa \cdot T \cdot C_o$$

Caudal aproximado será 2000 L/s , de acuerdo con la ecuación se obtiene el peso del trazador;

$$Pe = 2000 \text{ L/s} \cdot 200 \text{ s} \cdot 0.01 \text{ g/L} = 4000 \text{ g.}$$

Durante esta salida no se varía el peso del trazador, solamente se emplean las tres distancias obtenidas anteriormente.

Tabla 8. Salida de Campo N° 7 – Q. Cuperana

SALIDA DE CAMPO N° 7		FECHA : 12/12/2021			
UBICACIÓN : Zulia, N. de Santander		CORRIENTE : Quebrada Cuperana			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C₁ (mg/l)	C₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 38	14	4000	285.714,29	101	20
AFORO QUIM. 39	14	4000	285.714,29	101	60
AFORO QUIM. 40	14	4000	285.714,29	101	80

4.2.8. Salida de campo N. 8

Para la salida de campo N°. 8, se efectuaron 15 aforos químicos a distancias diferentes de muestreo con cinco distintas concentraciones del trazador, se tomaron lecturas con el conductímetro cada 10 segundos durante 5 minutos, simultáneamente se tomó muestras de agua para la determinación de cloruros. Además, se realizaron dos aforos con flotador y un aforo con vertedero rectangular.

Se determina la longitud a partir de; $L = b \cdot Q^{1/3}$

Caudal aproximado será 0.08 m^3 , de acuerdo con la ecuación se obtienen las siguientes longitudes para cada valor de b;

$b = 14 = 6.03 \text{ m}$; se determina 6 metros de longitud

$b = 50 = 21.54 \text{ m}$; se determina 20 metros de longitud

$b = 60 = 25.85 \text{ m}$; se determina 25 metros de longitud

$Pe = Qa \cdot T \cdot C_0$

Caudal aproximado será 80 L/s, de acuerdo con la ecuación se obtiene el peso del trazador;

$Pe = 80 \text{ L/s} \cdot 200 \text{ s} \cdot 0.01 \text{ g/L} = 160 \text{ g}$, se determina 150 g de trazador.

Se decide variar el peso del trazador de la siguiente manera; 60 g, 150 g, 300g y de 600 g.

Además, se realizaron 3 aforos adicionales con una menor cantidad de trazador; se empleó 25 g de Cloruro de Sodio.

Tabla 9. Salida de Campo N° 8 – Q. La Seca

SALIDA DE CAMPO N° 8		FECHA : 12/12/2021			
UBICACIÓN : San Cayetano, N. de S.		CORRIENTE : Quebrada La Seca			
N°. AFORO QUÍMICO	VOLUMEN (litros)	PESO TRAZADOR (gr)	C ₁ (mg/l)	C ₀ (mg/l)	Distan. muestreo (m)
AFORO QUIM. 41	3	60	20.000,00	70	6
AFORO QUIM. 42	3	150	50.000,00	70	6
AFORO QUIM. 43	3	300	100.000,00	70	6
AFORO QUIM. 44	3	600	200.000,00	70	6
AFORO QUIM. 45	3	60	20.000,00	70	20
AFORO QUIM. 46	3	150	50.000,00	70	20
AFORO QUIM. 47	3	300	100.000,00	70	20
AFORO QUIM. 48	3	600	200.000,00	70	20
AFORO QUIM. 49	3	60	20.000,00	70	25
AFORO QUIM. 50	3	150	50.000,00	70	25
AFORO QUIM. 51	3	300	100.000,00	70	25
AFORO QUIM. 52	3	600	200.000,00	70	25
AFORO QUIM. 53	3	25	8.333,33	70	6
AFORO QUIM. 54	3	25	8.333,33	70	20
AFORO QUIM. 55	3	25	8.333,33	70	25

4.2.9.Formato carteras de campo

A continuación, se presentan los formatos de cartera de campo empleadas durante las salidas de campo

4.2.9.1. Cartera de campo aforo con trazador

Tabla 10. Cartera de campo aforo con trazador

AFORO QUÍMICO N°

UBICACIÓN : _____ CORRIENTE : _____ FECHA : _____
 PESO TRAZ. (gr) : _____ VOL. (litros): _____ C₀ (mg/l) : _____
 C₁ (mg/l) : _____ INTERVALO t (s) : _____ TIEMPO (T) : _____
 Distan. muestreo (m): _____

MUESTRA	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(5X3)
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
$\Sigma =$					-	-

4.2.9.2. Cartera de campo aforo volumétrico

Tabla 11. Cartera de campo aforo volumétrico

AFORO VOLUMETRICO			
CORRIENTE:			
FECHA :			
SALIDA DE CAMPO N.:			
AFORO #	TIEMPO S	VOLUMEN L	CAUDAL L/S
1			
2			
3			
4			
5			
CAUDAL PROMEDIO			

4.2.9.3. Cartera de campo aforo con flotador

Tabla 12. Cartera de campo aforo volumétrico

AFORO CON FLOTADOR								
CORRIENTE:								
FECHA :								
SALIDA DE CAMPO N.:								
AFORO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
CAUDAL PROMEDIO								

4.3. Cálculos y laboratorios del trabajo de campo en el distrito de Riego de Abrego, Quebrada Seca, Quebrada Cuperena y Quebrada Tonchalá.

Una vez recolectada la información durante cada salida de campo se procede a realizar los cálculos pertinentes a cada tipo de aforo y también a determinar los cloruros de las muestras recolectadas de agua.

4.3.1. Determinación de cloruros

Debido a la situación presentada por la pandemia y al cierre de las instalaciones de la universidad no fue posible acceder a los laboratorios para realizar esta actividad, por tal motivo; se procedió a realizar en casa, según las indicaciones previstas y empleando elementos no convencionales para llevar a cabo estos laboratorios.

La preparación del indicador Cromato de Potación (KCrO_4) al 5% y de la dilución de Nitrato de Plata (AgNO_3) 0.01 M se realizaron de la siguiente manera;

Para el KCrO_4 al 5% se disolvió 50 g de KCrO_4 en 1000 ml de agua destilada, en el caso del AgNO_3 0.01 M se emplearon 1.7 g de AgNO_3 en 1000 ml de agua destilada.

A continuación, se presenta el modelo de cartera de laboratorio y los cálculos realizados para determinar los cloruros en las muestras de agua recolectadas durante la salida de campo número 1.

Tabla13. Determinación de Cloruros Aforo Q. 1-2-3

DETERMINACION DE CLORUROS**Salida de Campo N. 1: Canal Distrito de Riego Abrego, Norte de Santander****DETERMINACION DE CLORUROS****AFORO QUÍMICO N. 1**

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,6	30,72
1	30	2,6	30,72
2	30	2,6	30,72
3	30	25	295,42
4	30	35,2	415,95
5	30	25	295,42
6	30	13,6	160,71
7	30	11,2	132,35
8	30	7,6	89,81
9	30	5,4	63,81
10	30	3,45	40,77
11	30	3,2	37,81
12	30	2,8	33,09
13	30	2,8	33,09
14	30	2,7	31,91
15	30	2,65	31,31
16	30	2,6	30,72
17	30	2,6	30,72
18	30	2,6	30,72
19	30	2,6	30,72
20	30	2,6	30,72

DETERMINACION DE CLORUROS**AFORO QUÍMICO N. 2**

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,6	30,72
1	30	2,7	31,91
2	30	2,8	33,09
3	30	39,5	466,76
4	30	35,2	415,95
5	30	21,6	255,24
6	30	12,6	148,89
7	30	8,5	100,44
8	30	4,8	56,72
9	30	3,5	41,36
10	30	2,95	34,86
11	30	2,75	32,5
12	30	2,7	31,91
13	30	2,65	31,31
14	30	2,65	31,31
15	30	2,6	30,72
16	30	2,6	30,72
17	30	2,6	30,72
18	30	2,6	30,72
19	30	2,6	30,72
20	30	2,6	30,72

DETERMINACION DE CLORUROS**AFORO QUÍMICO N. 3**

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,6	30,72
1	30	2,6	30,72
2	30	2,8	33,09
3	30	38,8	458,49
4	30	34,6	408,86
5	30	21,6	255,24
6	30	12,6	148,89
7	30	8	94,53
8	30	4,8	56,72
9	30	3	35,45
10	30	2,95	34,86
11	30	2,75	32,5
12	30	2,7	31,91
13	30	2,65	31,31
14	30	2,65	31,31
15	30	2,6	30,72
16	30	2,6	30,72
17	30	2,6	30,72
18	30	2,6	30,72
19	30	2,6	30,72
20	30	2,6	30,72

4.3.2.Formato para el cálculo de caudales por el método de aforo con trazador

A continuación, se presenta el modelo para el cálculo del caudal del aforo químico empleando cloruro de sodio, en este formato se disponen los dos métodos empleados para hallar el caudal, los cuales son; el caudal obtenido por medio de los STD que son obtenidos directamente por medio de un conductímetro y el caudal que se obtiene empleado los cloruros determinados de acuerdo al formato expuesto anteriormente.

Tabla 14. Tabla Aforo Químico N°.1 CDR Abrego

AFORO QUIMICO N° 1

UBICACION : Ábrego, N.de S CORRIENTE : Canal distrito-Riego FECHA : 20/07/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 400 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 44
 C₁ (mg/l) : 133333,3 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m): 15

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	44	30,72	0	0	307,2	0
1	10	10	44	30,72	0	307,2	307,2	10
2	20	10	46	30,72	2	307,2	1630,7	2435
3	30	10	529	295,42	485	2954,2	3556,85	5515
4	40	10	662	415,95	618	4159,5	3556,85	5045
5	50	10	435	295,42	391	2954,2	2280,65	3060
6	60	10	265	160,71	221	1607,1	1465,3	1870
7	70	10	197	132,35	153	1323,5	1110,8	1175
8	80	10	126	89,81	82	898,1	768,1	665
9	90	10	95	63,81	51	638,1	522,9	410
10	100	10	75	40,77	31	407,7	392,9	235
11	110	10	60	37,81	16	378,1	354,5	125
12	120	10	53	33,09	9	330,9	330,9	75
13	130	10	50	33,09	6	330,9	325	50
14	140	10	48	31,91	4	319,1	316,1	35
15	150	10	47	31,31	3	313,1	310,15	25
16	160	10	46	30,72	2	307,2	307,2	20
17	170	10	46	30,72	2	307,2	307,2	15
18	180	10	45	30,72	1	307,2	307,2	5
19	190	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0
20	200	10	44	30,72	0	307,2		
				Σ =	2.077	18.764,9	18.764,9	20.770,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

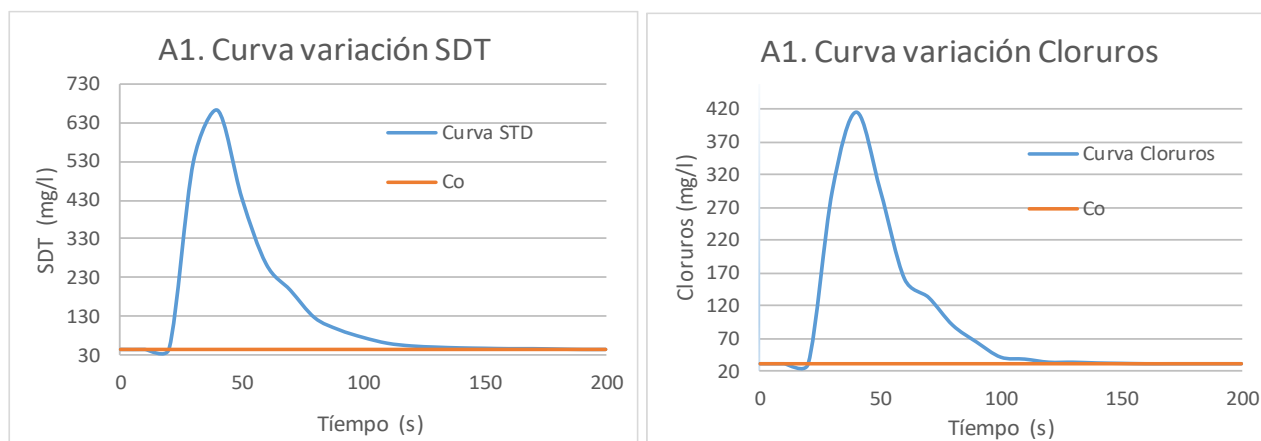
CLORUROS : 31,69 L/s
 STD : 19,25 L/s

4.3.2.1. Graficas curva de variación de los STD y Cloruros en la corriente durante el aforo

Se construyeron curvas de variación de los STD y Cloruros con el objeto de observar de manera gráfica el comportamiento del trazador durante el tiempo transcurrido desde la inyección hasta la última lectura realizada en el punto de muestreo para los STD, en el caso de los Cloruros se construye con los datos obtenidos de los laboratorios realizados a las muestras recolectadas durante el mismo tiempo.

Estas graficas nos permiten identificar el tiempo en el cual se alcanza el punto máximo de presencia del trazador en la corriente, además, se puede observar el momento en que inicia a variar las lecturas con respecto a la concentración inicial que presentaba la corriente.

Al construir las curvas de variación se puede entender como es el comportamiento de la nube del trazador en el momento de pasar por el punto de muestreo durante el tiempo de duración



del aforo químico.

Figura 11. Gráfica Curvas STD – Cloruro

4.3.2.2. Comparación de curvas de variación de los diferentes aforos realizados

Con el fin de observar el comportamiento de la nube del trazador en la corriente cuando se hacen variaciones durante los aforos; se construyeron graficas comparativas con los aforos realizados durante cada salida de campo, de la siguiente forma: se realizaron aforos con diferente concentración del trazador manteniendo la misma distancia de muestreo, Además; se realizaron aforos con diferentes distancias de muestreo manteniendo la misma concentración del trazador.

A continuación, se presenta las gráficas realizadas para la salida de campo N.1 en el cual se realizaron 3 aforos con distintas concentraciones con una distancia de 15 m entre el punto de inyección y el de muestreo.

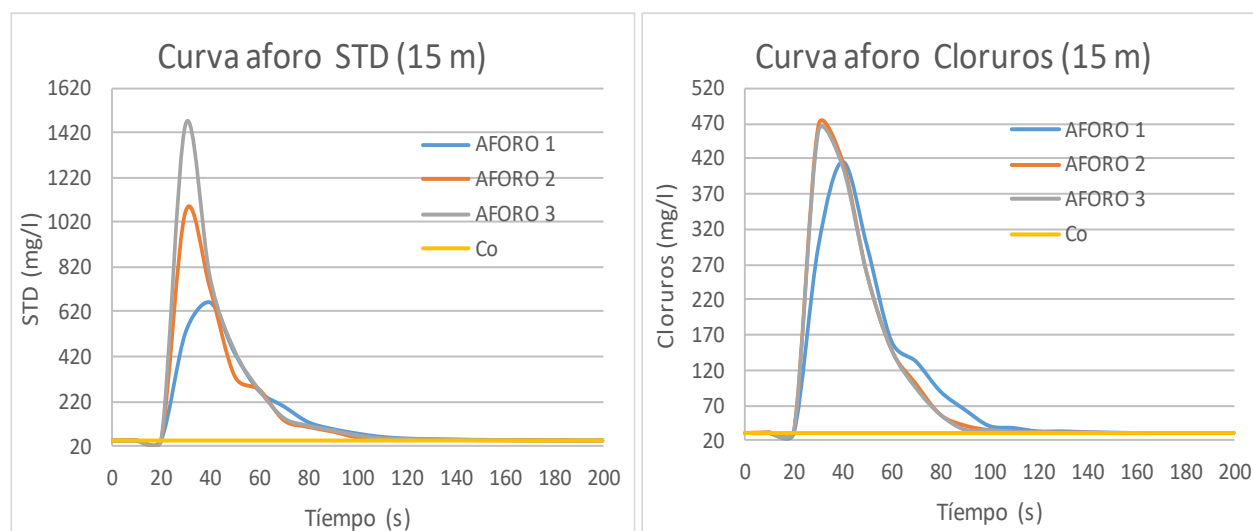


Figura 12. Grafica Curvas SDT – Cloruros -15m

4.3.3. Formato para el cálculo de caudales para los aforos de control.

Se realizaron aforos de control para verificar los datos obtenidos por el método químico, a continuación, se presentan los formatos empleados para efectuar estos cálculos.

Tabla 15. Aforo Volumétrico CDR Ábrego

AFORO VOLUMETRICO			
CORRIENTE	Canal Distrito de Riego, Abrego Norte de Santander		
AFORO #	TIEMPO S	VOLUMEN L	CAUDAL L/S
1	0,62	20	32,26
2	0,58	20	34,48
3	0,61	20	32,79
4	0,64	20	31,25
5	0,61	20	32,79
6	0,63	20	31,75
7	0,61	20	32,79
8	0,59	20	33,9
9	0,63	20	31,75
10	0,65	20	30,77
CAUDAL PROMEDIO			32,45

Tabla 16. Aforo Flotador CDR Ábrego

AFORO CON FLOTADOR								
CORRIENTE	Canal Distrito de Riego, Abrego Norte de Santander							
AFORO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	9	15,68	0,57	0,86	0,4902	0,055	0,027	27
2	9	15,56	0,58	0,86	0,4988	0,055	0,027	27
3	9	15,22	0,59	0,86	0,5074	0,055	0,028	28
4	9	16,2	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
5	9	14,94	0,6	0,86	0,516	0,055	0,028	28
6	9	15,94	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
7	9	16,14	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
8	9	14,63	0,62	0,86	0,5332	0,055	0,029	29
9	9	17,07	0,53	0,86	0,4558	0,055	0,025	25
10	9	13,97	0,64	0,86	0,5504	0,055	0,030	30
CAUDAL PROMEDIO								27,2

Estos son los cálculos realizados para el método del vertedero rectangular realizado en la salida de campo número 3; Quebrada Seca

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2(g)(L)(H)^{\frac{3}{2}}}$$

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2(9.81m/s^2)(0.2m)(0.03m)^{\frac{3}{2}}}$$

$$Q = 0.0952 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 95.2 \text{ L/s}$$

4.4. Actividades de oficina

Un aspecto importante de toda investigación son las actividades de oficina, ya que, es el momento en donde la información es organizada adecuadamente para ser presentada de tal manera que sea de fácil acceso y comprensión.

Las actividades de oficina realizadas se describen a continuación;

4.4.1. Programación de las hojas de Excel necesarias para llevar a cabo los cálculos requeridos por cada uno de los aforos realizados

4.4.2. Tabulación de los datos obtenidos en cada una de las salidas de campo y realización de los cálculos correspondientes

4.4.3. Construcción de gráficas, redacción y organización del informe final.

4.5. Resultados y análisis

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las salidas de campo efectuadas, los resultados se organizaron en tablas en donde se discrimina el tipo de aforo, el caudal obtenido de acuerdo a cada método de cálculo y las distancias para el caso de los aforos químicos

4.5.1. Salida de campo N. 1

Tabla 17. Resultados Salida de Campo N°1 CDR Ábrego

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 1				
CORRIENTE :	Canal Distrito de Riego			
UBICACIÓN:	Ábrego, Norte de Santander			
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL ⁻	A-V	
A. FLOTADOR			27,20	5
A. VOLUMETRICO			32,45	-
A. QUIM. 1	19,25	31,69		15
A. QUIM. 2	24,44	44,65		
A. QUIM. 3	26,35	42,82		

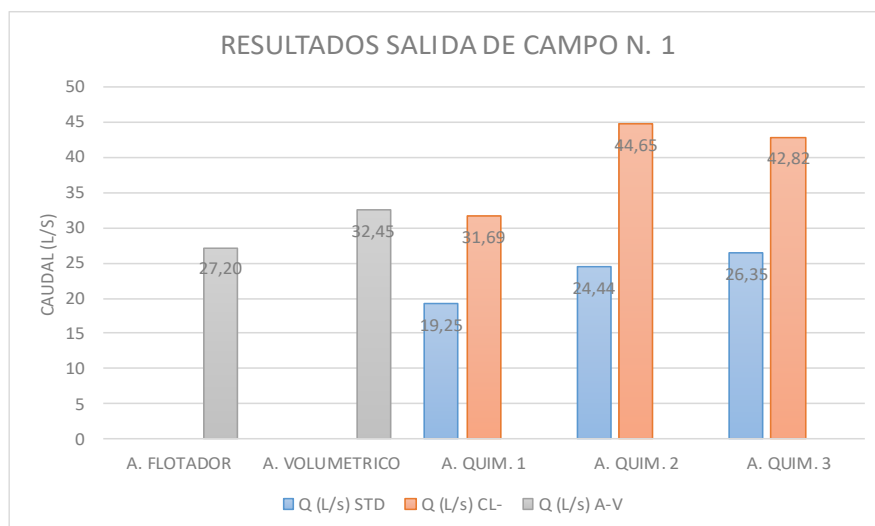


Figura 13. Grafica Salida de Campo N°.1 CDR Ábrego

De los resultados obtenidos en la salida de campo N. 1 se observa que los caudales resultantes de la determinación de cloruros son demasiado altos con respecto a los obtenidos por los STD, una causa posible podría ser la falta de técnica y elementos adecuados en la ejecución de los laboratorios.

Los caudales resultantes de los aforos de control estuvieron cercanos en sus valores y considerando que el aforo volumétrico es el de mayor exactitud se puede determinar que la técnica del aforo con flotador fue la adecuada.

Considerando el tiempo empleado durante la realización de los aforos y el tipo de corriente en el cual se trabajó; se puede determinar que los resultados crecientes podrían ser causados por la liberación de caudal de parte de los usuarios del distrito de riego a medida que transcurría la mañana, es preciso informar que los aforos de control se realizaron al final de la jornada de la salida de campo.

Teniendo en cuenta que esta primera salida fue ejecutada como practica y para afinar técnicas no será considerada en la determinación de las conclusiones del estudio en cuestión.

4.5.2. Salida de campo N. 2

Tabla 18. Resultados Salida de Campo N°2 Q. Cuperena

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 2				
CORRIENTE :	Quebrada Cuperena			
UBICACIÓN:	Zulia, Norte de Santander			
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL ⁻	A-V	
A. FLOTADOR			2716,90	10
A. QUIM. 4	739,81	768,59		20
A. QUIM. 5	701,75	719,78		
A. QUIM. 6	651,90	667,90		
A. QUIM. 7	575,36	588,47		

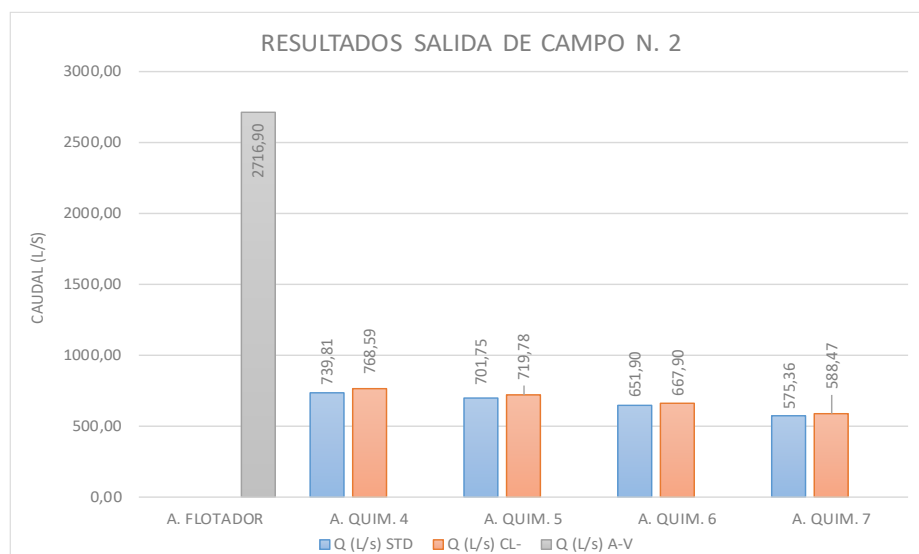


Figura 14. Grafica Salida de Campo N°.2 Q. Cuperena

Para la salida de campo N. 2, los resultados de los aforos químicos calculados por STD y cloruros arrojan caudales con poca discrepancia entre sí, la diferencia porcentual en cada aforo fue el siguiente; aforo 4 = 3.89 %, aforo 5 = 2.56%, aforo 6 = 2.45% y para el aforo 7 la diferencia fue del 2.28%, aunque; al ser comparados con el caudal obtenido por el aforo de control se aprecia una diferencia muy grande; lo que genera incertidumbre con respecto a la distancia de muestreo y concentraciones empleadas para esta salida de campo.

Adicionalmente, cabe destacar que el día en que se realizaron estos aforos el nivel de la corriente estaba por encima de lo habitual y el agua turbia, debido a las lluvias presentadas en días anteriores, por lo anterior es posible que los caudales en las próximas visitas a esta corriente sean menores.

4.5.3.Salida de campo N. 3

Tabla 19. Resultados Salida de Campo N°3 Q. La Seca

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 3				
CORRIENTE : Quebrada La Seca				
UBICACIÓN: San Cayetano, Norte de Santander				
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL ⁻	A-V	
A. FLOTADOR			82,5	4
A. VERTEDERO			100	
A. QUIM. 8	25,10	29,89		14
A. QUIM. 9	20,54	26,28		
A. QUIM. 10	19,93	25,61		
A. QUIM. 11	18,61	23,57		

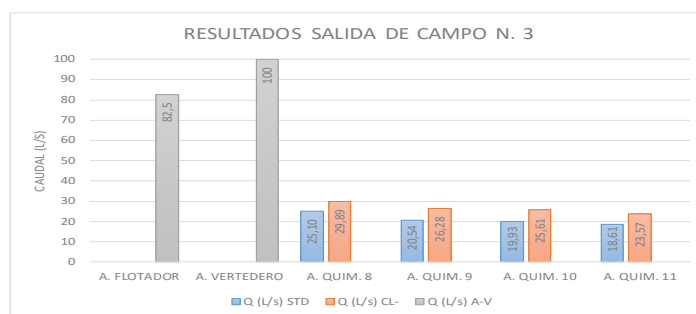


Figura 15. Grafica Salida de Campo N°3 Q. La Seca

Observando los caudales obtenidos por STD y cloruros, se puede apreciar que éstos no se dispersan de manera significativa, indicando de esta forma que si hay consistencia entre los métodos para calcular caudales en los aforos químicos empleando Cloruro de Sodio.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 8 = 16.02 %, aforo 9 = 21.84 %, aforo 10 = 22.17 % y en el aforo 11 = 21.04 %.

Por otro lado, los aforos de control arrojan resultados semejantes entre sí, aunque; al ser comparados con los aforos químicos estos caudales son mayores.

Observando la gráfica de resultados para la salida de campo N. 3 se aprecia que a medida que aumenta la concentración del agente químico disminuye el caudal resultante, por lo anterior se considera que en estos aforos la concentración empleada fue muy alta para esta corriente pequeña.

4.5.4.Salida de campo N. 4

Tabla 20. Resultados Salida de Campo N°.4 Q. Tonchalá

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 4				
CORRIENTE :	Quebrada Tonchalá			
UBICACIÓN:	Carmen de Tonchalá, Norte de Santander			
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL ⁻	A-V	
A. FLOTADOR			320,5	9
A. QUIM. 12	121,91	127,24		15,5
A. QUIM. 13	120,10	106,10		
A. QUIM. 14	113,84	102,99		
A. QUIM. 15	123,45	96,71		

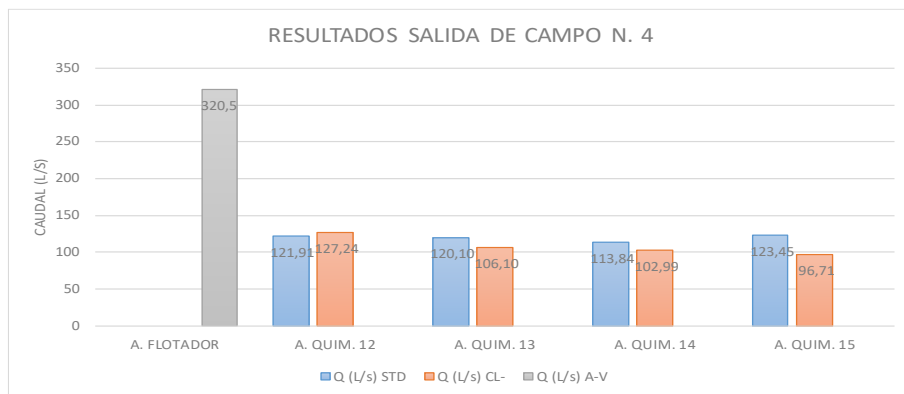


Figura 16. Grafica Salida de Campo N°.4 Q. Tonchalá

En la salida de campo N. 4 los caudales obtenidos por STD y cloruros, siguen siendo consistentes entre sí, siendo así; en el aforo 12 la diferencia fue del 4.19%, en el aforo 13 = 11.65%, aforo 14 = 9.53%, mientras que en el aforo 15 la diferencia fue del 21.66%, aunque; al ser comparados con el aforo de control nuevamente se obtiene resultados muy distantes.

A diferencia de la salida de campo anterior los caudales no disminuyen con el aumento de la concentración del trazador, siendo así, se contempla la posibilidad que las concentraciones podrían ser adecuadas pero la distancia de muestreo no corresponde para la magnitud de la corriente estudiada.

4.5.5.Salida de campo N. 5

Tabla 21. Resultados Salida de Campo N°.5 Q. Tonchalá

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 5				
CORRIENTE :		Quebrada Tonchalá		
UBICACIÓN:		Carmen de Tonchalá, Norte de Santander		
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL ⁻	A-V	
A. FLOTADOR			477,50	5
A. QUIM. 16	272,56	309,55		10
A. QUIM. 17	288,38	302,24		
A. QUIM. 18	453,73	528,42		35
A. QUIM. 19	428,31	453,50		
A. QUIM. 20	461,40	396,78		
A. QUIM. 21	357,09	360,14		
A. QUIM. 22	499,10	528,42		40
A. QUIM. 23	405,16	437,74		
A. QUIM. 24	468,61	470,18		
A. QUIM. 25	479,93	488,31		

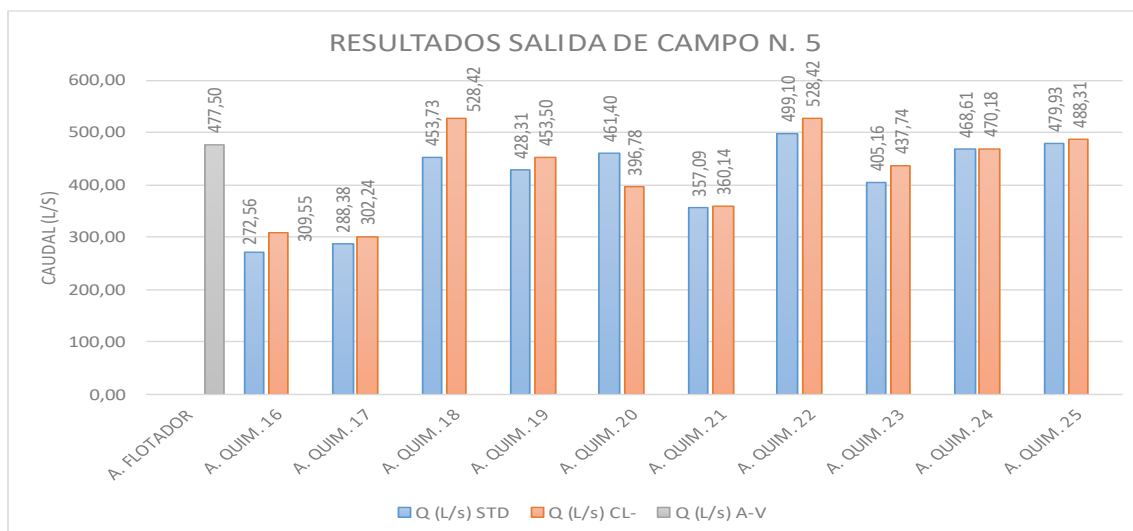


Figura 17. Grafica Salida de Campo N°.5 Q. Tonchalá

De los aforos realizados en esta actividad de campo se observan varias situaciones por considerar; a medida que aumenta la distancia entre el punto de inyección y el de muestreo los resultados del aforo con trazador presentan menor discrepancia con respecto al aforo de control.

Al comparar los caudales obtenidos por STD y cloruros se tiene que; en el aforo 16 se tiene un 11.94% de diferencia, en el aforo 17 = 4.58%.

En los aforos realizados a 10 m los caudales son menores que el de control; esto debido a que la nube del trazador no se ha caracterizado adecuadamente en la corriente, ya que; a poca distancia la solución trazadora no se ha diluido totalmente en la corriente.

Para las longitudes de 35 y 40 m los caudales se aproximan al resultante del aforo de control obteniéndose datos casi similares en alguno de ellos, como en el aforo 25 que presenta un 0.50% de diferencia, esto indica que la distancia de muestreo es un aspecto muy importante para el desarrollo de cualquier aforo químico, dando lugar a una caracterización de la nube adecuada y propiciando la correcta dilución de la solución trazadora en la corriente.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 18 = 14.13 %, aforo 19 = 5.55 %, aforo 20 = 14.01 %, aforo 21 = 0.85 %, aforo 22 = 5.55 %, aforo 23 = 7.44 %, aforo 24 = 0.33 % y en el aforo 25 = 1.72 %.

4.5.6. Salida de campo N. 6

Tabla 22. Resultados Salida de Campo N°.6 Q. Cuperena

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 6				
CORRIENTE :		Quebrada Cuperena		
UBICACIÓN:		Zulia, Norte de Santander		
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL-	A-V	
A. FLOTADOR			1939,6	5,2
A. QUIM. 26	415,8	421,2		20
A. QUIM. 27	405,1	453,3		
A. QUIM. 28	258,5	278,9		
A. QUIM. 29	315,7	338,5		
A. QUIM. 30	1663,3	1690,1		80
A. QUIM. 31	999,3	1057,6		
A. QUIM. 32	999,7	1058,1		
A. QUIM. 33	1578,7	1586,9		
A. QUIM. 34	1663,3	1690,1		95
A. QUIM. 35	1665,6	1693,3		
A. QUIM. 36	1764,1	1814,0		
A. QUIM. 37	1874,7	1953,9		

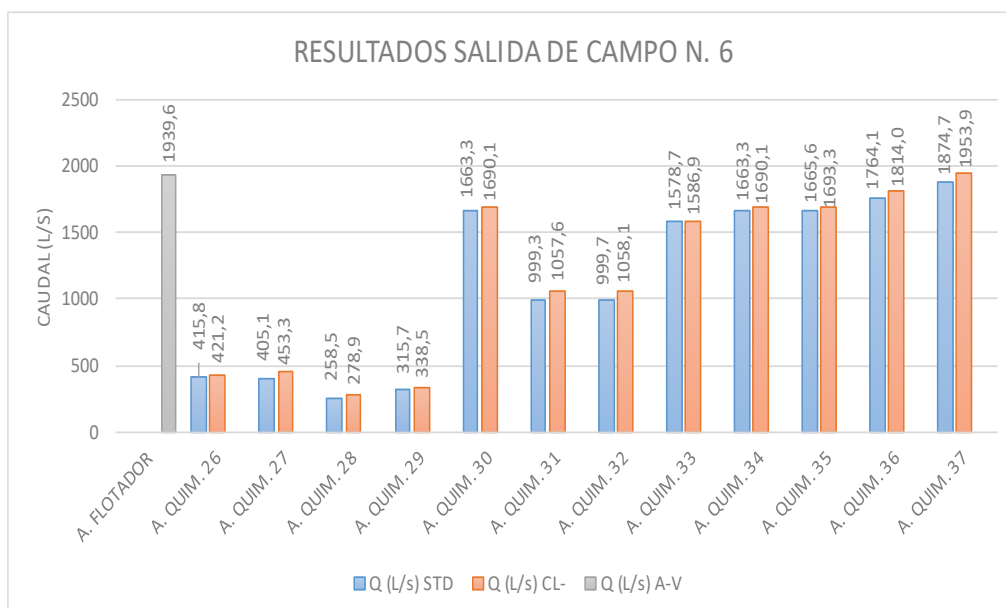


Figura 18. Grafica Salida de Campo N°.6 Q. Cuperena

En esta actividad de campo se emplearon las mismas concentraciones de trazador que en la salida de campo N. 5 a pesar que la magnitud de la corriente requería una cantidad de trazador mucho mayor, con la finalidad de observar que tanto influye este parámetro en los resultados.

Como primera impresión tenemos que al igual que en la salida de campo anterior los aforos realizados a corta distancia es decir empleando el $b = 14$ en la ecuación para determinar la longitud; en este caso 20 m arrojan caudales muy por debajo del obtenido en el aforo de control. Por ejemplo el aforo químico 26 presenta una diferencia del 78.5% con respecto al aforo con flotador.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 26 = 1.28 %, aforo 27 = 10.63 %, aforo 28 = 7.31 % y aforo 29 = 6.74 %.

Empleando el $b = 50$ se obtuvo una distancia de 80 m; en esta ronda de aforos los resultados se acercaron considerablemente al de control; tal como el aforo químico 30 con un 14.24% de diferencia al ser comparado con el aforo de control.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 30 = 1.59 %, aforo 31 = 5.51 %, aforo 32 = 5.52 % y aforo 33 = 0.52 %.

Por otro lado a 95 m de distancia, obtenida con el $b = 60$; los resultados fueron consistentes e inclusive en el aforo químico 37 la diferencia fue del 3.35 %.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 34 = 1.59 %, aforo 35 = 1.64 %, aforo 36 = 2.75 % y aforo 37 = 4.05 %.

Al observar estos resultados se destaca que con corrientes medianas se pueden obtener resultados fiables si se emplean concentraciones pequeñas de cloruro de sodio, siempre y cuando la distancia de muestreo este por encima de la calculada con el $b = 50$ en la respectiva ecuación.

4.5.7. Salida de campo N. 7

Tabla 23 Resultados Salida de Campo N°.7 Q. Cuperena

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 7				
CORRIENTE :	Quebrada Cuperena			
UBICACIÓN:	Zulia, Norte de Santander			
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL-	A-V	
A. FLOTADOR			1947,3	4,7
A. QUIM. 38	272,3	320,1		20
A. QUIM. 39	1346,8	1387,1		60
A. QUIM. 40	1960,7	1978,2		75

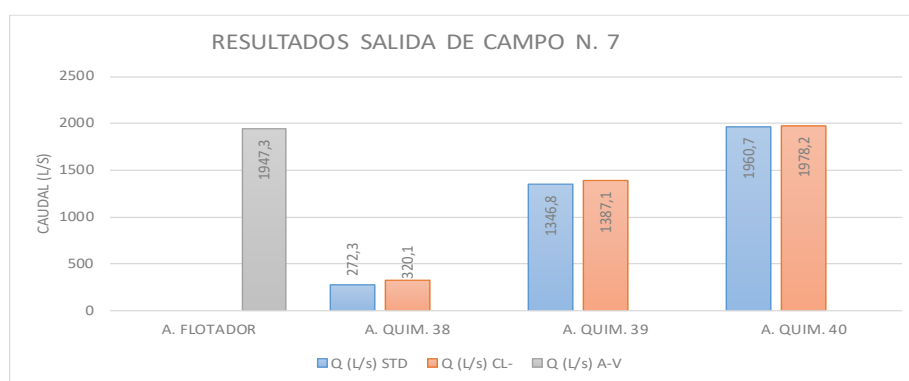


Figura 19. Grafica Salida de Campo N°.7 Q. Cuperena

Para esta salida de campo se empleó 4000 g de cloruros de sodio según la ecuación y en base al caudal obtenido en la actividad anterior. De igual manera se recalcularon las distancias para el desarrollo de estos tres aforos.

En el aforo químico 38 a 20 m distancia; los caudales se diferencian en un 86.01% con el aforo de control. Este resultado es coherente, ya que; al inyectar esta gran cantidad de trazador y al ser medido a tan poca distancia se generan lecturas muy elevadas para los STD y los cloruros determinados, ya que, la dilución de la solución trazadora en toda la sección no se ha completado.

A una distancia de 60 m en el aforo 39 la discrepancia disminuye con un 30.8% al contrastarse con el aforo con flotador. Por último, el aforo 40 realizado a 75 m entre el punto de muestreo y el de inyección, la diferencia de valores fue del 0.68%.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 38 = 14.93 %, aforo 39 = 2.91 % y aforo 40 = 0.88 %.

4.5.8. Salida de campo N. 8

Tabla 24. Resultados Salida de Campo N°8 Q. La Seca

RESULTADOS SALIDA DE CAMPO N. 8				
CORRIENTE :	Quebrada La Seca			
UBICACIÓN:	San Cayetano, Norte de Santander			
AFORO	Q (L/s)			DISTANCIA MUESTREO (m)
	STD	CL-	A-V	
A. FLOTADOR			77	3,5
A. VERTEDERO			90	
A. QUIM. 41	25,8	27,1		6
A. QUIM. 42	16,6	21,0		
A. QUIM. 43	14,7	24,2		
A. QUIM. 44	13,5	21,4		20
A. QUIM. 45	65,1	66,7		
A. QUIM. 46	63,5	69,0		
A. QUIM. 47	37,4	39,2		
A. QUIM. 48	25,0	30,9		25
A. QUIM. 49	85,6	89,0		
A. QUIM. 50	71,1	79,8		
A. QUIM. 51	41,0	52,9		
A. QUIM. 52	33,6	43,2		6
A. QUIM. 53	39,0	44,9		
A. QUIM. 54	69,3	72,8		
A. QUIM. 55	77,9	78,2		25

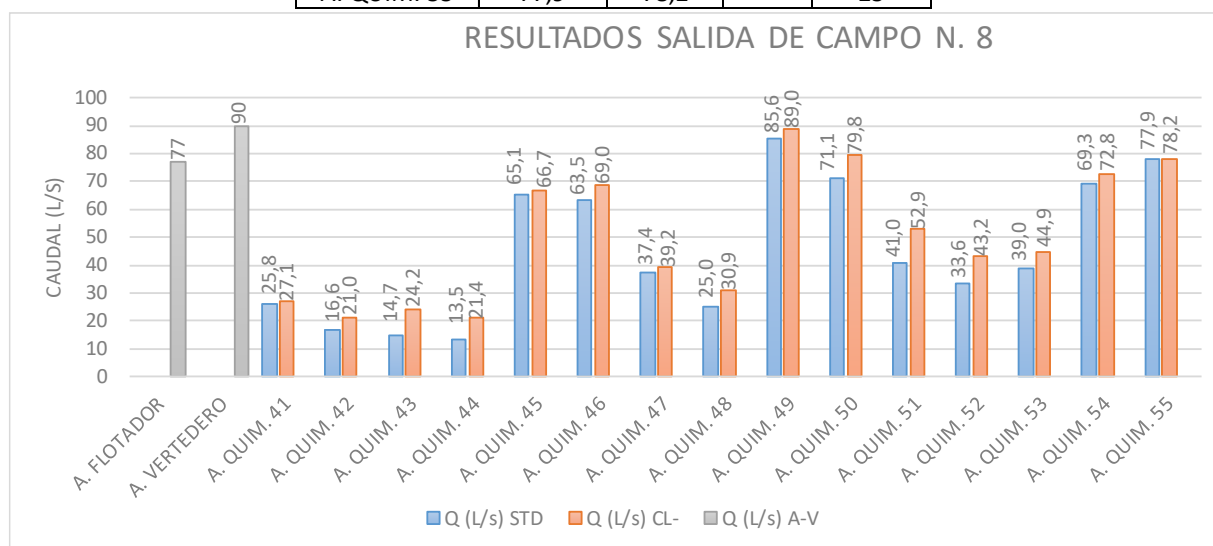


Figura 20. Grafica Salida de Campo N°8 Q. La Seca

De los resultados obtenidos se aprecia; que a la menor distancia (6 m) los caudales están por debajo de los aforos de control, al comparar el aforo 41 con el aforo con flotador se determina un 66.49 % de diferencia en los resultados.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 41 = 4.80 %, aforo 42 = 20.95 %, aforo 43 = 39.26 % y aforo 44 = 36.92 %.

Para la distancia intermedia (20 m) se observa dos situaciones; en el aforo 46 se empleó la cantidad de trazador según la ecuación correspondiente, con lo que la diferencia es del 17.53% y en el aforo 45 la cantidad de cloruro de sodio fue menor con la cual la diferencia fue del 15.45%, por otro lado, tenemos los aforos con concentraciones mayores a las estimadas según cálculos, con los cuales los caudales disminuyen notoriamente como el caso del aforo 48 con un 67.53% de diferencia.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 45 = 2.40 %, aforo 46 = 7.97 %, aforo 47 = 4.59 % y aforo 48 = 19.09 %.

Finalmente, para 25 m de distancia al punto de muestreo, se presenta una situación semejante a la anterior; en donde en el aforo 49 con concentración menor exceda en un 11.16% al caudal obtenido en el aforo de control, para el aforo 50 los datos son congruentes con un 7.66% de diferencia. Ahora bien, en los aforos 51 y 52 nuevamente disminuyen los resultados; difieren por 46.75% y 56.36 % respectivamente.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 49 = 3.82 %, aforo 50 = 10.90 %, aforo 51 = 22.50 % y aforo 52 = 22.22 %.

Adicionalmente se efectuaron 3 aforos empleando 25 g de cloruro de sodio de los cuales se determina qué; a 6 m en el aforo 53 se tiene una diferencia del 49.35%, para el aforo 54 un 10.00% y en el aforo 55 un 1.16% con respecto al aforo con flotador.

La diferencia porcentual entre los caudales obtenidos por STD y Cloruros se relaciona a continuación; aforo 53 = 13.14 %, aforo 54 = 4.81 % y aforo 55 = 0.38 %.

Se concluye que en corriente pequeñas si se excede la cantidad de trazador es posible que afecte notoriamente los caudales resultantes generando cuantías mucho menores, adicionalmente se ratifica la importancia del buen manejo de la distancia entre el punto de inyección y el de muestreo en el desarrollo de los aforos químicos.

Adicionalmente se realizó una revisión a algunas investigaciones referentes al tema de estudio, de la cual se destacan varios autores y sus conceptos y conclusiones relacionados con los resultados obtenidos en este trabajo, a continuación se citan los autores y sus aportes.

En su trabajo URUEÑA, O. F. R., & CHITIVA, M. A. (2016), concluye que los resultados de los aforos con flotador son muy elevados con respecto a los valores resultantes del aforo con molinete, con unos márgenes de error de entre 5% y 6% empleando pelotas de ping – pong. Además; indico que los aforos con trazador empleando Cloruro de Sodio arrojaron caudales mayores a los que proporciono el molinete, generando así un error entre un 10 % y 11%.

A. Tazioli (2011) en su artículo enfatiza en la importancia de la longitud de mezcla, esta distancia debe ser la suficiente para garantizar la dilución completa de la solución trazadora en la corriente, además; indica que a pesar de haber varias fórmulas con las que se podrían establecer una adecuada longitud para el mezclado, recomienda deducirla de manera experimental.

Finalmente indica que estas ecuaciones suelen ser útiles preliminarmente, aunque por desconocimiento de variables no suelen ser posibles de aplicar.

Según los resultados de la investigación de Nij, J. (2010), determina la efectividad del método de trazadores tanto en inyección constantes como la inyección instantánea en el cálculo de caudales, aunque existe la probabilidad de obtener valores de caudal muy elevados posiblemente causados por una mala dilución de la solución trazadora.

Por otro lado; este autor según sus resultados indica que al aplicar el factor “ $F = 0.85$ ” en función de la inmersión del flotador, se obtienen valores del caudal no muy lejano a los resultantes del molinete, esto es necesario ya que una fuente de error principal para los flotadores es que no siguen una ruta fija en el cauce, aun así; el aforo con flotador puede dar una noción del caudal circulante en la corriente.

Por lo anterior se emplean aforos con flotador en la mayoría de las actividades de este trabajo con el fin de tener una idea del caudal al cual se deben acercar los resultados obtenidos por los aforos químicos.

Según Galecio, J. (2007), en su trabajo indica que se requiere una longitud considerable para el mezclado del trazador, ya que; en su trabajo a pesar de haberse mezclado gran parte del trazador en el canal, se determinó que la dilución en la corriente no fue completa, además, afirma que las lecturas de la curva del trazador mejoran cuando la inyección se realiza en tramos con suficiente turbulencia, generando de esta manera curvas definidas y compactas.

De acuerdo con los autores A. Tazioli y Galecio, J., es pertinente afirmar que determinar una correcta longitud entre los puntos de inyección y de muestreo es un aspecto importante en el desarrollo de este tipo de aforo, ya que; si se observa las tablas de resultados de este trabajo; en la mayoría de los casos donde se empleó la mínima longitud calculada; los caudales tienden a ser mucho menores que los valores obtenidos en el resto de aforos con trazador y a las otras metodologías de aforo empleados.

Además, se destaca el haber comprobado el comportamiento de los aforos al emplear diferentes concentraciones y longitudes para el mezclado de la solución trazadora, proporcionando así nociones preliminares en cuanto al empleo de estas variables para futuras investigaciones.

Conclusiones

Se realizó el proyecto del estudio sobre la implementación del método de aforo con agente químico en corrientes naturales del departamento Norte de Santander, específicamente en 4 corrientes, comparando diferentes técnicas dentro del proceso de aforo.

En el método de aforo con agente químico se implementaron dos técnicas para la determinación de la concentración del químico en la corriente, mediante la medición de concentración de cloruros realizada en laboratorio, y la medición de Sólidos Totales Disueltos (STD) realizada in-situ mediante un conductímetro de campo.

La determinación de cloruros para el cálculo de caudales por el método químico genera resultados congruentes con el empleo de STD con diferencias porcentuales promedio entre los dos métodos del 11.09%. Sin embargo, el procedimiento de medición de los Cloruros no resulta práctico debido al uso de insumos y elementos de laboratorios, al igual que consume más tiempo para ser desarrollado.

El uso del conductímetro para la medición de los Sólidos Totales Disueltos en los aforos con trazador resulta ser el método más práctico en cuanto a tiempo y logística se refiere, además, de ser sencillo de utilizar y de tener un método de cálculo simple.

La selección del tramo en el cual se va a desarrollar el aforo con trazador es de suma importancia, pues se debe garantizar la presencia de canto rodado, cascadas y contracciones en el

cauce que generen la suficiente turbulencia que permita la dilución efectiva de la solución trazadora.

La ecuación empleada para determinar la distancia entre el punto de muestro y el de inyección ($L=b.Q^{1/3}$), resulta tener mayor efectividad cuando se emplea la variable $b=60$; ya que; los valores obtenidos a estas distancias se acercaron mucho a los obtenidos por los aforos de control. Además, la diferencia porcentual promedio de los caudales obtenidos por determinación de cloruros y medición de STD a estas distancias fue del 6.13% mientras que cuando se empleó la variable $b=14$ fue del 16.10%.

El peso del trazador calculado por $Pe=Q_a.T.C_0$, genera resultados fiables en el desarrollo de los aforos, se hicieron variaciones aumentando y disminuyendo la cantidad del cloruro de sodio, de lo cual se determina que según la magnitud del arroyo resulta perjudicial para el aforo emplear cantidades de trazador demasiado desfasadas del resultante de la ecuación, ya que al emplear cantidades demasiado pequeña se puede generar caudales exagerados y por el contrario al aumentar drásticamente la cantidad de trazador se suele subestimar el caudal circulante.

De la revisión realizada de algunas investigaciones relacionadas con el tema estudiado se pueden destacar varios aspectos importantes que se han considerado en este trabajo, tales como resaltar la confiabilidad del método de aforo con trazador, pese a que el aforo con flotador no es un método muy exacto, puede dar una idea del caudal que hay en la corriente. Finalmente, la importancia de establecer un tramo adecuado en la corriente con las condiciones adecuadas y la longitud suficiente de mezcla para la solución trazadora, así mismo se enfatiza en la determinación

de la longitud de mezclado de manera experimental. En este trabajo se emplearon 3 distancias diferentes en cada corriente con el fin de encontrar la que mejor resultados arrojara.

Recomendaciones

- En situaciones en donde se pretenda emplear únicamente el aforo con agente químico (cloruro de sodio) se recomienda repetir el proceso varias veces con la finalidad de observar cual es la tendencia de los caudales resultantes.
- Realizar un reconocimiento previo del lugar a aforar, caracterizar adecuadamente el cauce, garantizando en todos los casos la presencia de turbulencia en la corriente para el correcto desarrollo de las actividades.
- Si no se tiene información previa de la corriente objeto de estudio, es recomendable realizar un aforo preliminar que permita tener la información necesaria para el cálculo del peso del trazador y de la longitud entre el punto de inyección y el punto de muestreo.
- Para futura investigaciones en donde se desee retomar este tema, se recomienda la posibilidad del uso de un método de aforo con mayor exactitud, como es el caso del molinete con el cual se podría establecer de una mejor manera la exactitud del método de aforo químico.

Bibliografía

- A. Tazioli (2011) Métodos experimentales para mediciones de descarga de ríos: Comparación entre trazadores y medidor de corriente, *Hydrological Sciences Journal*, 56: 7, 1314-1324, DOI: 10.1080 / 02626667.2011.607822
- Becchi, I. and Tazioli, G.S., 1987. On the river processes—methodological approach: experience with the river Musone, Italy. In: *Isotope hydrology in water resources development*. Vienna: International Atomic Energy Agency, IAEA SM299/86, 683–696.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. CVC. (2005). *Manual de procedimientos hidrométricos*. Cali. (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2005)
- Corporación autónoma regional del valle del Cauca. *Manual de procedimientos hidrométricos*. (Volumen XII, Universidad del Valle, Santiago de Cali; Colombia, 2002)
- Diez Kaiser, L., & Campero, M. (1956). Aforo químico de ríos. *Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*, 13(13), Pág. 149-167. Consultado de <https://analescfm.uchile.cl/index.php/AFCFM/article/view/37069/38654>
- Flury, M. and Wai, N.N., 2003. Dyes as tracers for vadose zone hydrology. *Reviews of Geophysics*, 41 (1), 2–27.
- Galecio, J. (2007). *Métodos De Aforo Para La Estimación De La Recarga De Acuíferos*. 154.
http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/galecio_j/sources/galecio_j.pdf
- Guizerix, J. and Florkowski, T., 1983. Streamflow measurements. In: *Guidebook on nuclear techniques in hydrology*. Vienna: International Atomic Energy Agency, IAEA ISBN 92-0-145083, 65–80.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. (2007). Protocolo para el monitoreo y seguimiento del agua. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

National, G., & Pillars, H. (2016). CAPITULO DIAGNOSTICO-PLANEAR. https://corponor.gov.co/PLANES/PLAN_2016_2035/3_CAPITULO_DIAGNOSTICO-PLANEAR.pdf

Naciones Unidas (2021). *World Population Prospects 2019 > Highlights*

Nij, J. (2010). COMPROBACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE AFORO POR MOLINETE, FLOTADORES Y TRAZADOR EN UN CAUCE PEQUEÑO. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0404_MT.pdf

PNUD. (2019). *Norte de Santander - Retos y desafíos para el desarrollo sostenible.*

16.file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/UNDP_Co_GOB_Publicaciones_FIC

HA%20NORTE%20DE%20SANT%20%20RETOS%20Y%20DESAF%20C3%8DOS%20PARA%20EL%20DESARROLLO.pdf

OMM. Guía de prácticas hidrológicas, OMM – No. 168. (Quinta edición, 1994) pp. 147 – 173.

Trujillo, U. P., Pescador, P. L., Parra, H. F., Peña, C. D., & Colmenares, F. R. (2006). Bogotá y la Crisis Ambiental. Bogotá: Edienda.

URUEÑA, O. F. R., & CHITIVA, M. A. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE TRES MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES EN CANALES ABIERTOS. 31–48

Anexos

Anexo 1. Formatos aforos de control.

Salida de campo N. 1

Tabla 25. Salida de Campo N°1 Aforo Vol. - Flotador

AFORO VOLUMETRICO				AFORO CON FLOTADOR								
CORRIENTE:		Canal Distrito de Riego, Abrego Norte de Santander		Canal Distrito de Riego, Abrego Norte de Santander								
AFORO #	TIEMPO S	VOLUMEN L	CAUDAL L/S	AFORO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	0,62	20	32,26	1	9	15,68	0,57	0,86	0,4902	0,055	0,027	27
2	0,58	20	34,48	2	9	15,56	0,58	0,86	0,4988	0,055	0,027	27
3	0,61	20	32,79	3	9	15,22	0,59	0,86	0,5074	0,055	0,028	28
4	0,64	20	31,25	4	9	16,2	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
5	0,61	20	32,79	5	9	14,94	0,6	0,86	0,516	0,055	0,028	28
6	0,63	20	31,75	6	9	15,94	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
7	0,61	20	32,79	7	9	16,14	0,56	0,86	0,4816	0,055	0,026	26
8	0,59	20	33,9	8	9	14,63	0,62	0,86	0,5332	0,055	0,029	29
9	0,63	20	31,75	9	9	17,07	0,53	0,86	0,4558	0,055	0,025	25
10	0,65	20	30,77	10	9	13,97	0,64	0,86	0,5504	0,055	0,030	30
CAUDAL PROMEDIO			32,45	CAUDAL PROMEDIO							27,2	

Salida de campo N. 2

Tabla 26. Salida de Campo N°2 Aforo Flotador

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE:		Quebrada Cuperena						
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	10	15,66	0,64	0,86	0,5504	4,5	2,477	2477
2	10	13,00	0,77	0,86	0,6622	4,5	2,980	2980
3	10	14,50	0,69	0,86	0,5934	4,5	2,670	2670
4	10	13,73	0,73	0,86	0,6278	4,5	2,825	2825
5	10	15,46	0,65	0,86	0,559	4,5	2,516	2516
CAUDAL PROMEDIO								2693,6

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE:		Quebrada Cuperena						
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	10	14,16	0,71	0,86	0,6106	4,5	2,748	2748
2	10	13,52	0,74	0,86	0,6364	4,5	2,864	2864
3	10	14,03	0,71	0,86	0,6106	4,5	2,748	2748
4	10	13,45	0,74	0,86	0,6364	4,5	2,864	2864
5	10	15,70	0,64	0,86	0,5504	4,5	2,477	2477
CAUDAL PROMEDIO								2740,2

Q. prom= 2716,9 L/s

Salida de campo N. 3

Tabla 27. Salida de Campo N°3 Aforo Flotador - Vertedero

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE: Quebrada Seca								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	4	5,32	0,75	0,86	0,645	0,13	0,084	84
2	4	5,65	0,71	0,86	0,6106	0,13	0,079	79
3	4	4,76	0,84	0,86	0,7224	0,13	0,094	94
4	4	5,43	0,74	0,86	0,6364	0,13	0,083	83
5	4	5,93	0,67	0,86	0,5762	0,13	0,075	75
CAUDAL PROMEDIO								83

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE: Quebrada Seca								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	4	5,27	0,76	0,86	0,6536	0,13	0,085	85
2	4	4,66	0,86	0,86	0,7396	0,13	0,096	96
3	4	5,78	0,69	0,86	0,5934	0,13	0,077	77
4	4	6,13	0,65	0,86	0,559	0,13	0,073	73
5	4	5,63	0,71	0,86	0,6106	0,13	0,079	79
CAUDAL PROMEDIO								82

Q. prom= 82,5 L/s

AFORO CON VERTEDERO RECTANGULAR								
CORRIENTE: Quebrada Seca								
$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2 g L H^3 / 2}$ <p>Q = caudal, m³/s g = aceleración de la gravedad, m/s H = carga, m L = longitud del vertedor, m</p>						L=	0,2	m
						H=	0,03	m
						Q=	0,1	m ³ /s
						Q=	100	L/s

Salida de campo N. 4

Tabla 28. Salida de Campo N°4 Aforo Flotador

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE: Quebrada Tonchalá								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	9	36,75	0,24	0,86	0,2064	1,54	0,318	318
2	9	34,26	0,26	0,86	0,2236	1,54	0,344	344
3	9	45,46	0,2	0,86	0,172	1,54	0,265	265
4	9	35,72	0,25	0,86	0,215	1,54	0,331	331
5	9	37,78	0,24	0,86	0,2064	1,54	0,318	318
CAUDAL PROMEDIO								315,2

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE: Quebrada Tonchalá								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	9	34,16	0,26	0,86	0,2236	1,54	0,344	344
2	9	35,67	0,25	0,86	0,215	1,54	0,331	331
3	9	37,47	0,24	0,86	0,2064	1,54	0,318	318
4	9	39,09	0,23	0,86	0,1978	1,54	0,305	305
5	9	35,42	0,25	0,86	0,215	1,54	0,331	331
CAUDAL PROMEDIO							0,3258	325,8

Q. prom= 320,5 L/s

Salida de campo N. 5

Tabla 29. Salida de Campo N°5 Aforo Flotador

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE: Quebrada Tonchalá								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	5,2	17,80	0,29	0,86	0,2494	1,7685	0,441	441
2	5,2	16,69	0,31	0,86	0,2666	1,7685	0,471	471
3	5,2	19,10	0,27	0,86	0,2322	1,7685	0,411	411
4	5,2	18,13	0,29	0,86	0,2494	1,7685	0,441	441
5	5,2	13,71	0,38	0,86	0,3268	1,7685	0,578	578
CAUDAL PROMEDIO								468,4

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE: Quebrada Tonchalá								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	5,2	15,40	0,34	0,86	0,2924	1,7685	0,517	517
2	5,2	15,85	0,33	0,86	0,2838	1,7685	0,502	502
3	5,2	15,03	0,35	0,86	0,301	1,7685	0,532	532
4	5,2	18,70	0,28	0,86	0,2408	1,7685	0,426	426
5	5,2	17,55	0,3	0,86	0,258	1,7685	0,456	456
CAUDAL PROMEDIO							0,4866	486,6

Q. prom= 477,5 L/s

Salida de campo N. 6

Tabla 30. Salida de Campo N°6 Aforo Flotador

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE: Quebrada Quperana								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	5,1	9,13	0,56	0,86	0,4816	3,417	1,646	1646
2	5,1	7,05	0,72	0,86	0,6192	3,417	2,116	2116
3	5,1	7,57	0,67	0,86	0,5762	3,417	1,969	1969
4	5,1	7,40	0,69	0,86	0,5934	3,417	2,028	2028
5	5,1	6,95	0,73	0,86	0,6278	3,417	2,145	2145
CAUDAL PROMEDIO								1980,8

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE: Quebrada Quperana								
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	5,1	7,59	0,67	0,86	0,5762	3,417	1,969	1969
2	5,1	6,05	0,84	0,86	0,7224	3,417	2,468	2468
3	5,1	10,01	0,51	0,86	0,4386	3,417	1,499	1499
4	5,1	11,14	0,46	0,86	0,3956	3,417	1,352	1352
5	5,1	6,76	0,75	0,86	0,645	3,417	2,204	2204
CAUDAL PROMEDIO							1,8984	1898,4

Q. prom= 1939,6 L/s

Salida de campo N. 7

Tabla 31. Salida de Campo N°7 Aforo Flotador

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE:	Quebrada Cuperena							
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	4,7	8,42	0,56	0,86	0,4816	3,277	1,578	1578
2	4,7	7,65	0,61	0,86	0,5246	3,277	1,719	1719
3	4,7	6,85	0,69	0,86	0,5934	3,277	1,945	1945
4	4,7	6,09	0,77	0,86	0,6622	3,277	2,170	2170
5	4,7	5,58	0,84	0,86	0,7224	3,277	2,367	2367
CAUDAL PROMEDIO								1955,8

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE:	Quebrada Cuperena							
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	4,7	7,78	0,6	0,86	0,516	3,277	1,691	1691
2	4,7	6,41	0,73	0,86	0,6278	3,277	2,057	2057
3	4,7	7,53	0,62	0,86	0,5332	3,277	1,747	1747
4	4,7	6,20	0,76	0,86	0,6536	3,277	2,142	2142
5	4,7	6,40	0,73	0,86	0,6278	3,277	2,057	2057
CAUDAL PROMEDIO							1,9388	1938,8

Q. prom= 1947,3 L/s

Salida de campo N. 8

Tabla 32. Salida de Campo N°8 Aforo Flotador – Vertedero

AFORO CON FLOTADOR (Pelota Ping - Pong)								
CORRIENTE:	Quebrada Seca							
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	3,5	5,20	0,67	0,86	0,5762	0,125	0,072	72
2	3,5	4,54	0,77	0,86	0,6622	0,125	0,083	83
3	3,5	4,78	0,73	0,86	0,6278	0,125	0,078	78
4	3,5	5,66	0,62	0,86	0,5332	0,125	0,067	67
5	3,5	4,50	0,78	0,86	0,6708	0,125	0,084	84
CAUDAL PROMEDIO								76,8

AFORO CON FLOTADOR (Tinta)								
CORRIENTE:	Quebrada Seca							
ENSAYO #	DISTANCIA m	TIEMPO s	VELOCIDAD m/s	F CORRECCION	VELO.F m/s	AREA m ²	CAUDAL m ³ /S	CAUDAL L/s
1	3,5	4,24	0,83	0,86	0,7138	0,125	0,089	89
2	3,5	5,53	0,63	0,86	0,5418	0,125	0,068	68
3	3,5	4,50	0,78	0,86	0,6708	0,125	0,084	84
4	3,5	5,25	0,67	0,86	0,5762	0,125	0,072	72
5	3,5	5,15	0,68	0,86	0,5848	0,125	0,073	73
CAUDAL PROMEDIO							0,0772	77,2

Q. prom= 77 L/s

AFORO CON VERTEDERO RECTANGULAR			
CORRIENTE:	Quebrada Seca		
$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2 g L H^3}$	Q = caudal, m ³ /s	L =	0,2 m
	g = aceleración de la gravedad, m/s ²	H =	0,025 m
	H = carga, m		
	L = longitud del vertedero, m	Q =	0,08 m ³ /s
		Q =	80 L/s

Anexo 2. Calculo de áreas sección transversal de cada corriente

Tabla 33. Área Transversal del Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1.

SALIDA DE CAMPO N. 1			
Area Sección; Canal D. R. Ábrego			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Area por trapezios (m ²)
A-B	0,65	0,08	0,052
Area sección			0,052

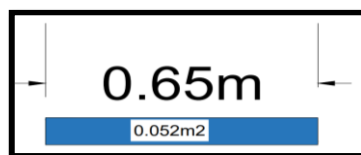


Tabla 34. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°2.

SALIDA DE CAMPO N. 2			
Area Sección; Quebrada Cuperena			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Area por trapezios (m ²)
A-B	1	0,26	0,28
B-C	1	0,3	0,3
C-D	1	0,3	0,295
E-F	1	0,29	0,37
F-G	1	0,45	0,395
G-H	1	0,34	0,395
H-I	1	0,45	0,42
I-J	1	0,39	0,34
J-K	1	0,29	0,2775
K-L	1	0,265	0,2625
L-M	1	0,26	0,235
M-N	1	0,21	0,22
N-O	1	0,23	0,215
O-P	1	0,2	0,25
P-Q	1	0,3	0,19
Q-R	0,7	0,08	0,028
Area sección			4,47

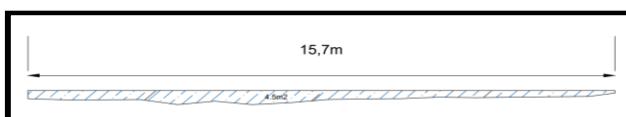


Tabla 35. Área Transversal de la Q. La Seca Salida C. N°1.

SALIDA DE CAMPO N. 3			
Area Sección; Quebrada La Seca			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Area por trapezios (m ²)
A-B	0,1	0	0,003
B-C	0,1	0,05	0,005
C-D	0,1	0,055	0,005
E-F	0,1	0,05	0,006
F-G	0,1	0,074	0,008
G-H	0,1	0,078	0,008
H-I	0,1	0,075	0,008
I-J	0,1	0,078	0,009
J-K	0,1	0,11	0,011
K-L	0,1	0,106	0,010
L-M	0,1	0,099	0,009
M-N	0,1	0,09	0,009
N-O	0,1	0,09	0,009
O-P	0,1	0,085	0,007
P-Q	0,1	0,055	0,006
Q-R	0,1	0,058	0,006
R-S	0,1	0,055	0,004
S-T	0,1	0,02	0,003
T-U	0,1	0,03	0,005
U-V	0,05	0,06	0,002
Area sección			0,130

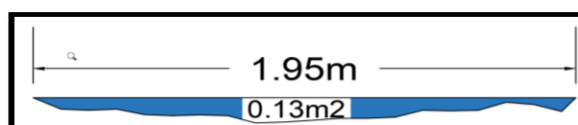


Tabla 36. Área Transversal de la Q. Tonchalá Salida C. N°4.

SALIDA DE CAMPO N. 4			
Área Sección; Quebrada Tonchalá			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Área por trapezios (m ²)
A-B	1	0	0,135
B-C	1	0,27	0,355
C-D	1	0,44	0,37
E-F	1	0,3	0,2825
F-G	1	0,265	0,24
G-H	1	0,215	0,1375
H-I	0,54	0,06	0,0162
I-J	0	0	0
Área sección			1,54

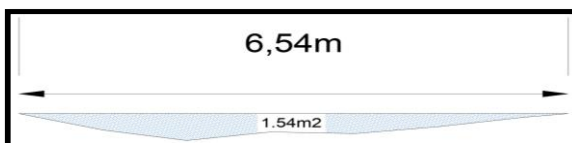


Tabla 37. Área Transversal de la Q. Tonchalá Salida C. N°5

SALIDA DE CAMPO N. 5			
Área Sección; Quebrada Tonchalá			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Área por trapezios (m ²)
A-B	0,5	0	0,048
B-C	0,5	0,19	0,051
C-D	0,5	0,015	0,043
E-F	0,5	0,155	0,113
F-G	0,5	0,295	0,155
G-H	0,5	0,325	0,156
H-I	0,5	0,3	0,154
I-J	0,5	0,315	0,153
J-K	0,5	0,297	0,144
K-L	0,5	0,28	0,135
L-M	0,5	0,26	0,126
M-N	0,5	0,245	0,114
N-O	0,5	0,21	0,111
O-P	0,5	0,235	0,096
P-Q	0,5	0,15	0,100
Q-R	0,5	0,25	0,063
		0	
Área sección			1,76

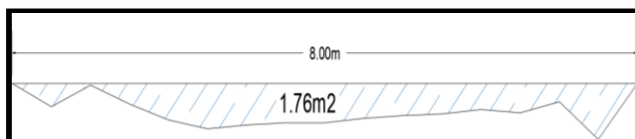


Tabla 38. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°6

SALIDA DE CAMPO N. 6			
Área Sección; Quebrada Cuperena			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Área por trapezios (m ²)
A-B	0,5	0	0,031
B-C	0,5	0,125	0,079
C-D	0,5	0,19	0,095
E-F	0,5	0,19	0,104
F-G	0,5	0,225	0,121
G-H	0,5	0,258	0,146
H-I	0,5	0,325	0,193
I-J	0,5	0,445	0,234
J-K	0,5	0,49	0,239
K-L	0,5	0,465	0,225
L-M	0,5	0,435	0,221
M-N	0,5	0,45	0,225
N-O	0,5	0,45	0,228
O-P	0,5	0,46	0,240
P-Q	0,5	0,5	0,250
Q-R	0,5	0,5	0,236
R-S	0,5	0,445	0,250
S-T	0,5	0,555	0,224
T-U	0,5	0,34	0,101
U-V	0,1	0,065	0,003
		0	
Área sección			3,44

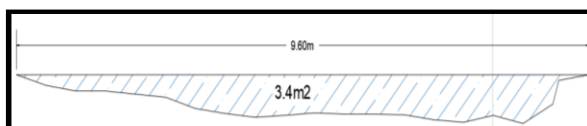


Tabla 39. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°7

SALIDA DE CAMPO N. 7			
Area Sección; Quebrada Cuperena			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Area por trapezios (m ²)
A-B	0,5	0	0,025
B-C	0,5	0,1	0,069
C-D	0,5	0,174	0,096
E-F	0,5	0,210	0,110
F-G	0,5	0,228	0,081
G-H	0,5	0,097	0,084
H-I	0,5	0,24	0,144
I-J	0,5	0,335	0,168
J-K	0,5	0,3353	0,183
K-L	0,5	0,395	0,208
L-M	0,5	0,4352	0,230
M-N	0,5	0,485	0,240
N-O	0,5	0,475	0,209
O-P	0,5	0,36	0,181
P-Q	0,5	0,365	0,186
Q-R	0,5	0,38	0,208
R-S	0,5	0,45	0,225
S-T	0,5	0,45	0,235
T-U	0,5	0,49	0,231
U-V	0,5	0,435	0,109
V-W	0,5	0,13	0,033
W-X	0,4	0,07	0,014
		0	
Area sección			3,27

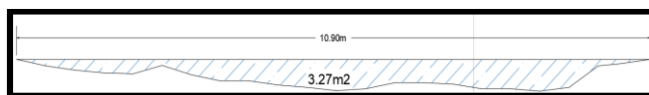
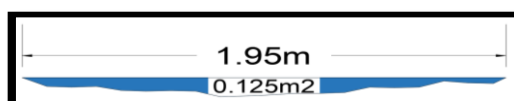


Tabla 40. Área Transversal de la Q. Cuperena Salida C. N°8

SALIDA DE CAMPO N. 8			
Area Sección; Quebrada La Seca			
Tramo	Δx (m)	Profun. (m)	Area por trapezios (m ²)
A-B	0,1	0	0,003
B-C	0,1	0,05	0,005
C-D	0,1	0,055	0,005
E-F	0,1	0,05	0,006
F-G	0,1	0,074	0,007
G-H	0,1	0,072	0,007
H-I	0,1	0,075	0,008
I-J	0,1	0,076	0,009
J-K	0,1	0,11	0,011
K-L	0,1	0,1	0,010
L-M	0,1	0,097	0,009
M-N	0,1	0,09	0,009
N-O	0,1	0,09	0,009
O-P	0,1	0,082	0,007
P-Q	0,1	0,055	0,005
Q-R	0,1	0,052	0,005
R-S	0,1	0,05	0,004
S-T	0,1	0,02	0,003
T-U	0,1	0,03	0,003
U-V	0,05	0,03	0,001
		0	
Area sección			0,125



Anexo 3. Determinación de cloruros

Salida de campo N. 1: Canal Distrito de Riego Ábrego, Norte de Santander

Tabla 41. Determinación de Cloruros Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 1				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 2				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 3			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	2,6	30,72	0	30	2,6	30,72	0	30	2,6	30,72
1	30	2,6	30,72	1	30	2,7	31,91	1	30	2,6	30,72
2	30	2,6	30,72	2	30	2,8	33,09	2	30	2,8	33,09
3	30	2,5	295,42	3	30	39,5	466,76	3	30	38,8	458,49
4	30	35,2	415,95	4	30	35,2	415,95	4	30	34,6	408,86
5	30	2,5	295,42	5	30	21,6	255,24	5	30	21,6	255,24
6	30	13,6	160,71	6	30	12,6	148,89	6	30	12,6	148,89
7	30	11,2	132,35	7	30	8,5	100,44	7	30	8	94,53
8	30	7,6	89,81	8	30	4,8	56,72	8	30	4,8	56,72
9	30	5,4	63,81	9	30	3,5	41,36	9	30	3	35,45
10	30	3,45	40,77	10	30	2,95	34,86	10	30	2,95	34,86
11	30	3,2	37,81	11	30	2,75	32,5	11	30	2,75	32,5
12	30	2,8	33,09	12	30	2,7	31,91	12	30	2,7	31,91
13	30	2,8	33,09	13	30	2,65	31,31	13	30	2,65	31,31
14	30	2,7	31,91	14	30	2,65	31,31	14	30	2,65	31,31
15	30	2,65	31,31	15	30	2,6	30,72	15	30	2,6	30,72
16	30	2,6	30,72	16	30	2,6	30,72	16	30	2,6	30,72
17	30	2,6	30,72	17	30	2,6	30,72	17	30	2,6	30,72
18	30	2,6	30,72	18	30	2,6	30,72	18	30	2,6	30,72
19	30	2,6	30,72	19	30	2,6	30,72	19	30	2,6	30,72
20	30	2,6	30,72	20	30	2,6	30,72	20	30	2,6	30,72

Salida de campo N. 2: Quebrada Cuperena

Tabla 42. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°2

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 4				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 5				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 6				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 7			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	2,5	29,54	0	30	2,5	29,54	0	30	2,5	29,54	0	30	2,5	29,54
1	30	2,5	29,54	1	30	2,5	29,54	1	30	2,5	29,54	1	30	2,5	29,54
2	30	2,5	29,54	2	30	2,5	29,54	2	30	2,5	29,54	2	30	2,6	30,72
3	30	2,6	30,72	3	30	2,5	29,54	3	30	3,1	36,63	3	30	2,8	33,09
4	30	2,8	33,09	4	30	2,7	31,91	4	30	3,7	43,72	4	30	3,7	43,72
5	30	3,4	40,18	5	30	3,2	37,81	5	30	4,3	50,81	5	30	6,3	74,45
6	30	3,1	36,63	6	30	4,1	48,45	6	30	5,0	59,08	6	30	5,7	67,36
7	30	2,7	31,91	7	30	3,4	40,18	7	30	4,6	54,36	7	30	4,7	55,54
8	30	2,6	30,72	8	30	3,1	36,63	8	30	4,3	50,81	8	30	4,3	50,81
9	30	2,5	29,54	9	30	2,9	34,27	9	30	3,5	41,36	9	30	3,7	43,72
10	30	2,5	29,54	10	30	2,7	31,91	10	30	3,2	37,81	10	30	3,5	41,36
11	30	2,5	29,54	11	30	2,6	30,72	11	30	3,0	35,45	11	30	3,3	39
12	30	2,5	29,54	12	30	2,5	29,54	12	30	2,8	33,09	12	30	3,1	36,63
13	30	2,5	29,54	13	30	2,5	29,54	13	30	2,6	30,72	13	30	2,8	33,09
14	30	2,5	29,54	14	30	2,5	29,54	14	30	2,5	29,54	14	30	2,5	29,54
15	30	2,5	29,54	15	30	2,5	29,54	15	30	2,5	29,54	15	30	2,5	29,54
16	30	2,5	29,54	16	30	2,5	29,54	16	30	2,5	29,54	16	30	2,5	29,54
17	30	2,5	29,54	17	30	2,5	29,54	17	30	2,5	29,54	17	30	2,5	29,54
18	30	2,5	29,54	18	30	2,5	29,54	18	30	2,5	29,54	18	30	2,5	29,54
19	30	2,5	29,54	19	30	2,5	29,54	19	30	2,5	29,54	19	30	2,5	29,54
20	30	2,5	29,54	20	30	2,5	29,54	20	30	2,5	29,54	20	30	2,5	29,54

Salida de campo N. 5: Quebrada Tonchalá

Tabla 45. Determinación de Cloruros Q. Tonchalá Salida C. N°5

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 16				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 17				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 18				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 19			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	3,3	39	0	30	3,3	39	0	30	3,3	39	0	30	3,3	39
1	30	3,3	39	1	30	3,3	39	1	30	3,3	39	1	30	3,3	39
2	30	3,3	39	2	30	3,3	39	2	30	3,3	39	2	30	3,3	39
3	30	3,3	39	3	30	3,3	39	3	30	3,3	39	3	30	3,3	39
4	30	3,4	40,18	4	30	5,5	64,99	4	30	3,3	39	4	30	3,3	39
5	30	3,9	46,09	5	30	4,7	55,54	5	30	3,3	39	5	30	3,3	39
6	30	4,4	51,99	6	30	4,5	53,18	6	30	3,3	39	6	30	3,4	40,18
7	30	4,2	49,63	7	30	4,3	50,81	7	30	3,3	39	7	30	3,5	41,36
8	30	4,0	47,27	8	30	4,2	49,63	8	30	3,4	40,18	8	30	3,6	42,54
9	30	3,7	43,72	9	30	4,0	47,27	9	30	3,7	43,72	9	30	3,7	43,72
10	30	3,5	41,36	10	30	3,8	44,9	10	30	3,5	41,36	10	30	4,0	47,27
11	30	3,4	40,18	11	30	3,7	43,72	11	30	3,4	40,18	11	30	3,8	44,9
12	30	3,3	39	12	30	3,4	40,18	12	30	3,3	39	12	30	3,7	43,72
13	30	3,3	39	13	30	3,3	39	13	30	3,3	39	13	30	3,5	41,36
14	30	3,3	39	14	30	3,3	39	14	30	3,3	39	14	30	3,3	39
15	30	3,3	39	15	30	3,3	39	15	30	3,3	39	15	30	3,3	39
16	30	3,3	39	16	30	3,3	39	16	30	3,3	39	16	30	3,3	39
17	30	3,3	39	17	30	3,3	39	17	30	3,3	39	17	30	3,3	39
18	30	3,3	39	18	30	3,3	39	18	30	3,3	39	18	30	3,3	39
19	30	3,3	39	19	30	3,3	39	19	30	3,3	39	19	30	3,3	39
20	30	3,3	39	20	30	3,3	39	20	30	3,3	39	20	30	3,3	39

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 20				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 21				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 22				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 23			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	3,3	39	0	30	3,3	39	0	30	3,3	39	0	30	3,3	39
1	30	3,3	39	1	30	3,3	39	1	30	3,3	39	1	30	3,3	39
2	30	3,3	39	2	30	3,3	39	2	30	3,3	39	2	30	3,3	39
3	30	3,3	39	3	30	3,3	39	3	30	3,3	39	3	30	3,3	39
4	30	3,3	39	4	30	3,3	39	4	30	3,3	39	4	30	3,3	39
5	30	3,3	39	5	30	3,3	39	5	30	3,3	39	5	30	3,3	39
6	30	3,3	39	6	30	3,4	40,18	6	30	3,3	39	6	30	3,3	39
7	30	3,4	40,18	7	30	3,7	43,72	7	30	3,3	39	7	30	3,3	39
8	30	4,0	47,27	8	30	4,3	50,81	8	30	3,3	39	8	30	3,3	39
9	30	4,2	49,63	9	30	5,5	64,99	9	30	3,3	39	9	30	3,3	39
10	30	4,3	50,81	10	30	6,4	75,63	10	30	3,3	39	10	30	3,3	39
11	30	4,2	49,63	11	30	5,7	67,36	11	30	3,4	40,18	11	30	3,4	40,18
12	30	4,1	48,45	12	30	4,5	53,18	12	30	3,5	41,36	12	30	3,5	41,36
13	30	4,0	47,27	13	30	4,3	50,81	13	30	3,7	43,72	13	30	3,7	43,72
14	30	3,8	44,9	14	30	4,1	48,45	14	30	3,4	40,18	14	30	4,2	49,63
15	30	3,7	43,72	15	30	4,0	47,27	15	30	3,3	39	15	30	4,0	47,27
16	30	3,6	42,54	16	30	3,9	46,09	16	30	3,3	39	16	30	3,8	44,9
17	30	3,4	40,18	17	30	3,7	43,72	17	30	3,3	39	17	30	3,4	40,18
18	30	3,3	39	18	30	3,5	41,36	18	30	3,3	39	18	30	3,3	39
19	30	3,3	39	19	30	3,3	39	19	30	3,3	39	19	30	3,3	39
20	30	3,3	39	20	30	3,3	39	20	30	3,3	39	20	30	3,3	39

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 24

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	3,3	39
1	30	3,3	39
2	30	3,3	39
3	30	3,3	39
4	30	3,3	39
5	30	3,3	39
6	30	3,3	39
7	30	3,3	39
8	30	3,3	39
9	30	3,3	39
10	30	3,3	39
11	30	3,4	40,18
12	30	3,6	42,54
13	30	4,0	47,27
14	30	4,2	49,63
15	30	4,2	49,63
16	30	4,1	48,45
17	30	4,0	47,27
18	30	3,9	46,09
19	30	3,6	42,54
20	30	3,4	40,18
21	30	3,3	39
22	30	3,3	39
23	30	3,3	39
24	30	3,3	39
25	30	3,3	39
26	30	3,3	39

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 25

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	3,3	39
1	30	3,3	39
2	30	3,3	39
3	30	3,3	39
4	30	3,3	39
5	30	3,3	39
6	30	3,3	39
7	30	3,3	39
8	30	3,3	39
9	30	3,3	39
10	30	3,4	40,18
11	30	4,0	47,27
12	30	4,3	50,81
13	30	4,5	53,18
14	30	4,9	57,9
15	30	4,7	55,54
16	30	4,4	51,99
17	30	4,2	49,63
18	30	4,1	48,45
19	30	4,0	47,27
20	30	3,9	46,09
21	30	3,5	41,36
22	30	3,4	40,18
23	30	3,3	39
24	30	3,3	39
25	30	3,3	39
26	30	3,3	39

Salida de campo N. 6: Quebrada Cuperena

Tabla 46. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°6

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 26

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	4,0	47,27
1	30	4,0	47,27
2	30	4,2	49,63
3	30	4,4	51,99
4	30	4,3	50,81
5	30	4,1	48,45
6	30	4,0	47,27
7	30	4,0	47,27
8	30	4,0	47,27
9	30	4,0	47,27
10	30	4,0	47,27
11	30	4,0	47,27
12	30	4,0	47,27
13	30	4,0	47,27
14	30	4,0	47,27
15	30	4,0	47,27
16	30	4,0	47,27
17	30	4,0	47,27
18	30	4,0	47,27
19	30	4,0	47,27
20	30	4,0	47,27

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 27

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	4,0	47,27
1	30	4,0	47,27
2	30	4,3	50,81
3	30	4,9	57,9
4	30	4,8	56,72
5	30	4,4	51,99
6	30	4,3	50,81
7	30	4,1	48,45
8	30	4,0	47,27
9	30	4,0	47,27
10	30	4,0	47,27
11	30	4,0	47,27
12	30	4,0	47,27
13	30	4,0	47,27
14	30	4,0	47,27
15	30	4,0	47,27
16	30	4,0	47,27
17	30	4,0	47,27
18	30	4,0	47,27
19	30	4,0	47,27
20	30	4,0	47,27

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 28

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	4,0	47,27
1	30	4,0	47,27
2	30	4,0	47,27
3	30	7,5	88,63
4	30	6,0	70,9
5	30	5,5	64,99
6	30	5,0	59,08
7	30	4,5	53,18
8	30	4,3	50,81
9	30	4,2	49,63
10	30	4,1	48,45
11	30	4,0	47,27
12	30	4,0	47,27
13	30	4,0	47,27
14	30	4,0	47,27
15	30	4,0	47,27
16	30	4,0	47,27
17	30	4,0	47,27
18	30	4,0	47,27
19	30	4,0	47,27
20	30	4,0	47,27

DETERMINACION DE CLORUROS

AFORO QUÍMICO N. 29

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	4,0	47,27
1	30	4,0	47,27
2	30	4,7	55,54
3	30	7,6	89,81
4	30	8,7	102,81
5	30	6,7	79,17
6	30	6,0	70,9
7	30	5,0	59,08
8	30	4,3	50,81
9	30	4,0	47,27
10	30	4,0	47,27
11	30	4,0	47,27
12	30	4,0	47,27
13	30	4,0	47,27
14	30	4,0	47,27
15	30	4,0	47,27
16	30	4,0	47,27
17	30	4,0	47,27
18	30	4,0	47,27
19	30	4,0	47,27
20	30	4,0	47,27

Salida de campo N. 7: Quebrada Cuperena

Tabla 47. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°7

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 38				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 39				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 40			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	4,1	48,45	0	30	4,1	48,45	0	30	4,1	48,45
1	30	4,1	48,45	1	30	4,1	48,45	1	30	4,1	48,45
2	30	4,1	48,45	2	30	4,1	48,45	2	30	4,1	48,45
3	30	4,1	48,45	3	30	4,1	48,45	3	30	4,1	48,45
4	30	13,6	160,71	4	30	4,1	48,45	4	30	4,1	48,45
5	30	29,7	350,96	5	30	4,1	48,45	5	30	4,1	48,45
6	30	19,6	231,61	6	30	4,1	48,45	6	30	4,1	48,45
7	30	15,8	186,7	7	30	6,7	79,17	7	30	4,1	48,45
8	30	13,3	157,16	8	30	9,3	109,9	8	30	4,1	48,45
9	30	12,8	151,25	9	30	9,9	116,99	9	30	4,1	48,45
10	30	10,3	121,71	10	30	8,2	96,9	10	30	7,3	86,26
11	30	9,3	109,9	11	30	7,2	85,08	11	30	8,2	96,9
12	30	8,5	100,44	12	30	6,1	72,08	12	30	7,4	87,44
13	30	7,2	85,08	13	30	5,7	67,36	13	30	6,5	76,93
14	30	6,5	76,81	14	30	4,1	48,45	14	30	6,0	70,9
15	30	6,0	70,9	15	30	4,1	48,45	15	30	5,4	63,81
16	30	5,5	64,99	16	30	4,1	48,45	16	30	5,0	59,08
17	30	5,0	59,08	17	30	4,1	48,45	17	30	4,1	48,45
18	30	4,1	48,45	18	30	4,1	48,45	18	30	4,1	48,45
19	30	4,1	48,45	19	30	4,1	48,45	19	30	4,1	48,45
20	30	4,1	48,45	20	30	4,1	48,45	20	30	4,1	48,45

Salida de campo N. 8: Quebrada Seca

Tabla 48. Determinación de Cloruros Q. Cuperena Salida C. N°8

DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 41				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 42				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 43				DETERMINACION DE CLORUROS AFORO QUÍMICO N. 44			
MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹	MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ¹
#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L	#	ml	ml	mg/L
0	30	2,1	24,82	0	30	2,1	24,82	0	30	2,1	24,82	0	30	2,1	24,82
1	30	2,1	24,82	1	30	2,1	24,82	1	30	2,1	24,82	1	30	2,1	24,82
2	30	7,3	86,26	2	30	14,0	165,43	2	30	32,0	378,13	2	30	37,7	445,49
3	30	10,6	125,26	3	30	27,5	324,96	3	30	29,5	348,59	3	30	49,0	579,02
4	30	6,5	76,81	4	30	17,4	205,61	4	30	25,3	298,96	4	30	42,0	496,3
5	30	2,5	29,54	5	30	9,8	115,8	5	30	15,8	186,7	5	30	38,0	449,03
6	30	2,2	26	6	30	2,2	26	6	30	12,7	150,07	6	30	25,3	298,96
7	30	2,2	26	7	30	2,1	24,82	7	30	2,3	27,18	7	30	21,4	252,88
8	30	2,1	24,82	8	30	2,1	24,82	8	30	2,1	24,82	8	30	16,9	199,7
9	30	2,1	24,82	9	30	2,1	24,82	9	30	2,1	24,82	9	30	14,0	165,43
10	30	2,1	24,82	10	30	2,1	24,82	10	30	2,1	24,82	10	30	12,4	146,53
11	30	2,1	24,82	11	30	2,1	24,82	11	30	2,1	24,82	11	30	2,1	24,82
12	30	2,1	24,82	12	30	2,1	24,82	12	30	2,1	24,82	12	30	2,1	24,82
13	30	2,1	24,82	13	30	2,1	24,82	13	30	2,1	24,82	13	30	2,1	24,82
14	30	2,1	24,82	14	30	2,1	24,82	14	30	2,1	24,82	14	30	2,1	24,82
15	30	2,1	24,82	15	30	2,1	24,82	15	30	2,1	24,82	15	30	2,1	24,82
16	30	2,1	24,82	16	30	2,1	24,82	16	30	2,1	24,82	16	30	2,1	24,82
17	30	2,1	24,82	17	30	2,1	24,82	17	30	2,1	24,82	17	30	2,1	24,82
18	30	2,1	24,82	18	30	2,1	24,82	18	30	2,1	24,82	18	30	2,1	24,82
19	30	2,1	24,82	19	30	2,1	24,82	19	30	2,1	24,82	19	30	2,1	24,82
20	30	2,1	24,82	20	30	2,1	24,82	20	30	2,1	24,82	20	30	2,1	24,82

DETERMINACION DE CLORUROS
AFORO QUÍMICO N. 53

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,1	24,82
1	30	2,1	24,82
2	30	3,5	41,36
3	30	4,5	53,18
4	30	2,9	34,27
5	30	2,2	26
6	30	2,1	24,82
7	30	2,1	24,82
8	30	2,1	24,82
9	30	2,1	24,82
10	30	2,1	24,82
11	30	2,1	24,82
12	30	2,1	24,82
13	30	2,1	24,82
14	30	2,1	24,82
15	30	2,1	24,82
16	30	2,1	24,82
17	30	2,1	24,82
18	30	2,1	24,82
19	30	2,1	24,82
20	30	2,1	24,82

DETERMINACION DE CLORUROS
AFORO QUÍMICO N. 54

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,1	24,82
1	30	2,1	24,82
2	30	2,1	24,82
3	30	2,1	24,82
4	30	2,1	24,82
5	30	2,1	24,82
6	30	2,7	31,91
7	30	3,0	35,45
8	30	2,8	33,09
9	30	2,5	29,54
10	30	2,4	28,36
11	30	2,1	24,82
12	30	2,1	24,82
13	30	2,1	24,82
14	30	2,1	24,82
15	30	2,1	24,82
16	30	2,1	24,82
17	30	2,1	24,82
18	30	2,1	24,82
19	30	2,1	24,82
20	30	2,1	24,82

DETERMINACION DE CLORUROS
AFORO QUÍMICO N. 55

MUESTRA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	VOLUMEN GASTADO DE AgNO ₃	CLORURO Cl ⁻¹
#	ml	ml	mg/L
0	30	2,1	24,82
1	30	2,1	24,82
2	30	2,1	24,82
3	30	2,1	24,82
4	30	2,1	24,82
5	30	2,1	24,82
6	30	2,1	24,82
7	30	2,1	24,82
8	30	2,2	26
9	30	2,6	30,72
10	30	3,2	37,81
11	30	2,7	31,91
12	30	2,5	29,54
13	30	2,1	24,82
14	30	2,1	24,82
15	30	2,1	24,82
16	30	2,1	24,82
17	30	2,1	24,82
18	30	2,1	24,82
19	30	2,1	24,82
20	30	2,1	24,82

Anexo 4. Calculo de caudales para el método de aforo con trazador

Salida de campo N. 1: Canal Distrito de Riego Ábrego, Norte de Santander

Tabla 49. Aforo Químico 1 - 2 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1

AFORO QUIMICO N° 1

UBICACION : Ábrego, N.de S CORRIENTE : Canal distrito-Riego FECHA : 20/07/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 400 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 44
 C₁ (mg/l) : 133333,3 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m) : 15

AFORO QUIMICO N°2

UBICACION : Ábrego, N.de S CORRIENTE : Canal distrito-Riego FECHA : 20/07/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 44
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 180
 Distan. muestreo (m) : 15

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	44	30,72	0	0	307,2	0		
1	10	10	44	30,72	0	307,2	307,2	10		
2	20	10	46	30,72	2	307,2	1630,7	2435		
3	30	10	529	295,42	485	2954,2	3556,85	5515		
4	40	10	662	415,95	618	4159,5	3556,85	5045		
5	50	10	435	295,42	391	2954,2	2280,65	3060		
6	60	10	265	160,71	221	1607,1	1465,3	1870		
7	70	10	197	132,35	153	1323,5	1110,8	1175		
8	80	10	126	89,81	82	898,1	768,1	665		
9	90	10	95	63,81	51	638,1	522,9	410		
10	100	10	75	40,77	31	407,7	392,9	235		
11	110	10	60	37,81	16	378,1	354,5	125		
12	120	10	53	33,09	9	330,9	330,9	75		
13	130	10	50	33,09	6	330,9	325	50		
14	140	10	48	31,91	4	319,1	316,1	35		
15	150	10	47	31,31	3	313,1	310,15	25		
16	160	10	46	30,72	2	307,2	307,2	20		
17	170	10	46	30,72	2	307,2	307,2	15		
18	180	10	45	30,72	1	307,2	307,2	5		
19	190	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0		
20	200	10	44	30,72	0	307,2				
Σ =							2.077	18.764,9	18.764,9	20.770,0

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	44	30,72	0	0	313,15	5		
1	10	10	45	31,91	1	319,1	325	10		
2	20	10	45	33,09	1	330,9	2499,25	5135		
3	30	10	1070	466,76	1026	4667,6	4413,55	8525		
4	40	10	723	415,95	679	4159,5	3355,95	4835		
5	50	10	332	255,24	288	2552,4	2020,65	2585		
6	60	10	273	148,89	229	1488,9	1246,65	1600		
7	70	10	135	100,44	91	1004,4	785,8	760		
8	80	10	105	56,72	61	567,2	490,4	505		
9	90	10	84	41,36	40	413,6	381,1	270		
10	100	10	58	34,86	14	348,6	336,8	115		
11	110	10	53	32,5	9	325	322,05	70		
12	120	10	49	31,91	5	319,1	316,1	45		
13	130	10	48	31,31	4	313,1	313,1	35		
14	140	10	47	31,31	3	313,1	310,15	25		
15	150	10	46	30,72	2	307,2	307,2	15		
16	160	10	45	30,72	1	307,2	307,2	5		
17	170	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0		
18	180	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0		
19	190	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0		
20	200	10	44	30,72	0	307,2				
Σ =							2.454	18.965,7	18.351,3	24.540,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 31,69 L/s
 STD : 19,25 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 44,65 L/s
 STD : 24,44 L/s

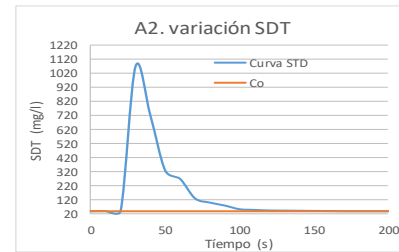
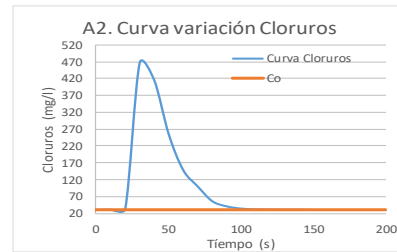
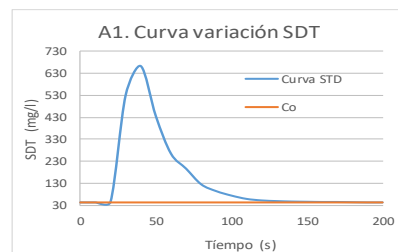
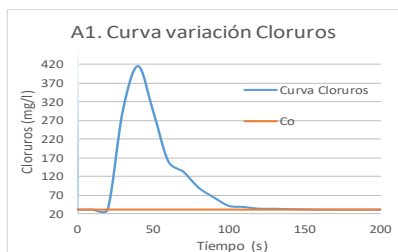


Figura 21. Graficas Aforo Químico 1 - 2 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1

Tabla 50. Aforo Químico 3 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1

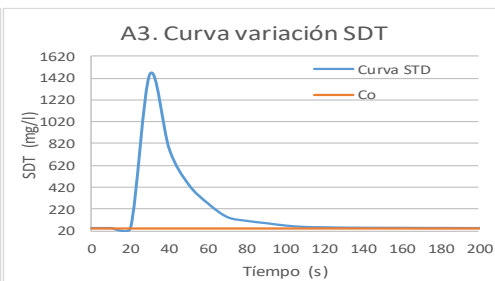
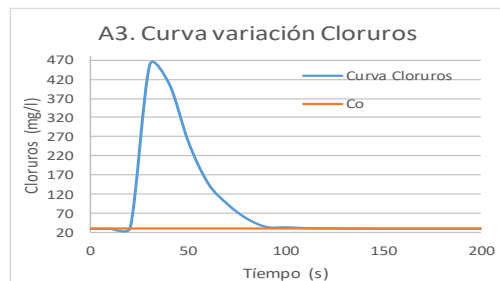
AFORO QUIMICO N° 3

UBICACION : Ábrego, N.de S CORRIENTE : Canal distrito-Riego FECHA : 20/07/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 800 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 44
 C₁ (mg/l) : 266667 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m) : 15

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	44	30,72	0	0	307,2	0	
1	10	10	44	30,72	0	307,2	319,05	0	
2	20	10	44	33,09	0	330,9	2457,9	7080	
3	30	10	1460	458,49	1416	4584,9	4336,75	10715	
4	40	10	771	408,86	727	4088,6	3320,5	5640	
5	50	10	445	255,24	401	2552,4	2020,65	3135	
6	60	10	270	148,89	226	1488,9	1217,1	1635	
7	70	10	145	94,53	101	945,3	756,25	835	
8	80	10	110	56,72	66	567,2	460,85	555	
9	90	10	89	35,45	45	354,5	351,55	340	
10	100	10	67	34,86	23	348,6	336,8	165	
11	110	10	54	32,5	10	325	322,05	85	
12	120	10	51	31,91	7	319,1	316,1	55	
13	130	10	48	31,31	4	313,1	313,1	35	
14	140	10	47	31,31	3	313,1	310,15	25	
15	150	10	46	30,72	2	307,2	307,2	20	
16	160	10	46	30,72	2	307,2	307,2	15	
17	170	10	45	30,72	1	307,2	307,2	10	
18	180	10	45	30,72	1	307,2	307,2	5	
19	190	10	44	30,72	0	307,2	307,2	0	
20	200	10	44	30,72	0	307,2			
Σ =							3.035	18.682,0	30.350,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 42,82 L/s
 STD : 26,35 L/s



Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma

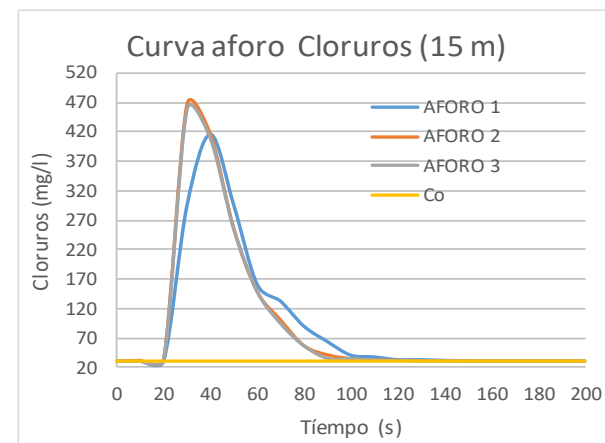
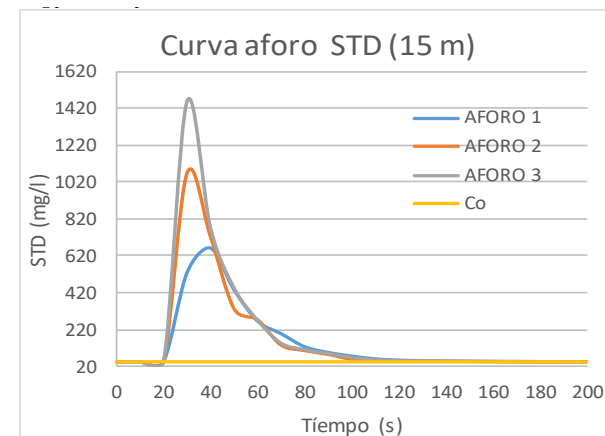


Figura 22. Graficas Aforo Químico 3 Canal D.R. Ábrego Salida C. N°1

Salida de campo N. 2: Quebrada Cuperena

Tabla 51. Aforo Químico 4 -5 Q. Cuperena Salida C. N°2

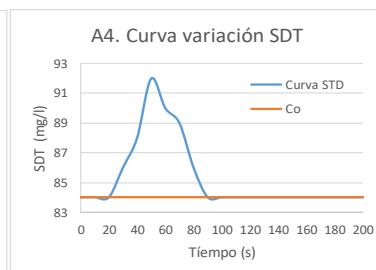
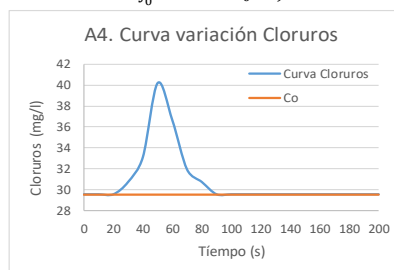
AFORO QUIMICO N°4

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 5/1
 PESO TRAZ. (gr) : 200 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 84
 C₁ (mg/l) : 66666,67 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m) : 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	84	29,54	0	0	295,4	0	
1	10	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
2	20	10	84	29,54	0	295,4	301,3	10	
3	30	10	86	30,72	2	307,2	319,05	30	
4	40	10	88	33,09	4	330,9	366,35	60	
5	50	10	92	40,18	8	401,8	384,05	70	
6	60	10	90	36,63	6	366,3	342,7	55	
7	70	10	89	31,91	5	319,1	313,15	35	
8	80	10	86	30,72	2	307,2	301,3	10	
9	90	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
10	100	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
11	110	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
12	120	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
13	130	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
14	140	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
15	150	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
16	160	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
17	170	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
18	180	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
19	190	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
20	200	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
Σ =						27	6.168,1	6.168,1	270,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 768,59 L/s
STD : 739,81 L/s



AFORO QUIMICO N°5

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 5/11
 PESO TRAZ. (gr) : 400 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 84
 C₁ (mg/l) : 133333 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m) : 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	84	29,54	0	0	295,4	0	
1	10	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
2	20	10	84	29,54	0	295,4	295,4	5	
3	30	10	85	29,54	1	295,4	307,25	25	
4	40	10	88	31,91	4	319,1	348,6	50	
5	50	10	90	37,81	6	378,1	431,3	105	
6	60	10	99	48,45	15	484,5	443,15	130	
7	70	10	95	40,18	11	401,8	384,05	95	
8	80	10	92	36,63	8	366,3	354,5	70	
9	90	10	90	34,27	6	342,7	330,9	45	
10	100	10	87	31,91	3	319,1	313,15	25	
11	110	10	86	30,72	2	307,2	301,3	15	
12	120	10	85	29,54	1	295,4	295,4	5	
13	130	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
14	140	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
15	150	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
16	160	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
17	170	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
18	180	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
19	190	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
20	200	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0	
Σ =						57	6.463,6	6.463,6	570,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 719,78 L/s
STD : 701,75 L/s

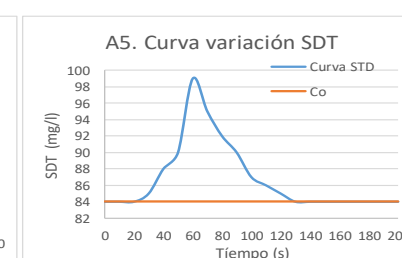
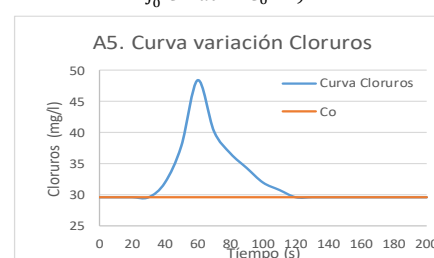


Figura 23. Graficas Aforo Químico 4 -5 Q. Cuperena Salida C. N°2

Tabla 52. Aforo Químico 6 -7 Q. Cuperena Salida C. N°2

AFORO QUIMICO N°6

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 5/11/
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 84
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m): 20

AFORO QUIMICO N°7

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 5/11/2
 PESO TRAZ. (gr) : 800 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 84
 C₁ (mg/l) : 266667 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m): 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	84	29,54	0	0	295,4	0
1	10	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
2	20	10	84	29,54	0	295,4	330,85	20
3	30	10	88	36,63	4	366,3	401,75	70
4	40	10	94	43,72	10	437,2	472,65	120
5	50	10	98	50,81	14	508,1	549,45	175
6	60	10	105	59,08	21	590,8	567,2	185
7	70	10	100	54,36	16	543,6	525,85	135
8	80	10	95	50,81	11	508,1	460,85	90
9	90	10	91	41,36	7	413,6	395,85	60
10	100	10	89	37,81	5	378,1	366,3	40
11	110	10	87	35,45	3	354,5	342,7	20
12	120	10	85	33,09	1	330,9	319,05	5
13	130	10	84	30,72	0	307,2	301,3	0
14	140	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
15	150	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
16	160	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
17	170	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
18	180	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
19	190	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
20	200	10	84	29,54	0	295,4		
Σ =				92	6.806,2	7.397,0	920,0	

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	84	29,54	0	0	295,4	0
1	10	10	84	29,54	0	295,4	301,3	0
2	20	10	84	30,72	0	307,2	319,05	15
3	30	10	87	33,09	3	330,9	384,05	70
4	40	10	95	43,72	11	437,2	590,85	215
5	50	10	116	74,45	32	744,5	709,05	285
6	60	10	109	67,36	25	673,6	614,5	220
7	70	10	103	55,54	19	555,4	531,75	165
8	80	10	98	50,81	14	508,1	472,65	125
9	90	10	95	43,72	11	437,2	425,4	100
10	100	10	93	41,36	9	413,6	401,8	80
11	110	10	91	39	7	390	378,15	60
12	120	10	89	36,63	5	366,3	348,6	40
13	130	10	87	33,09	3	330,9	313,15	15
14	140	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
15	150	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
16	160	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
17	170	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
18	180	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
19	190	10	84	29,54	0	295,4	295,4	0
20	200	10	84	29,54	0	295,4		
Σ =				139	7.267,3	7.858,1	1.390,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 667,9 L/s
 SDT : 651,9 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 588,47 L/s
 SDT : 575,36 L/s

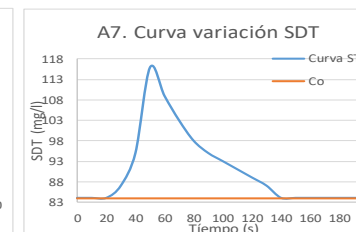
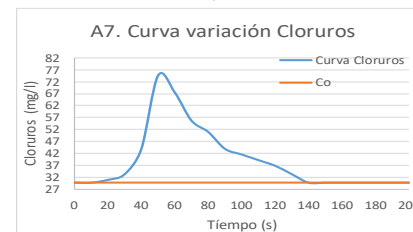
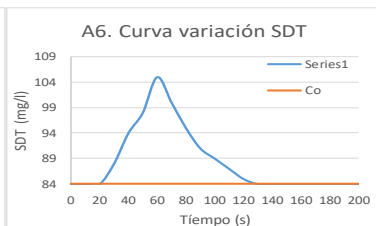
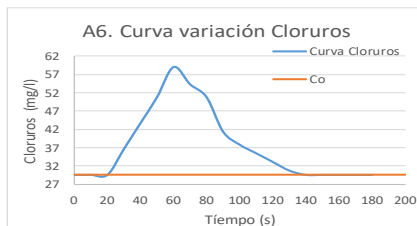


Figura 24. Graficas Aforo Químico 6 -7 Q. Cuperena Salida C. N°2

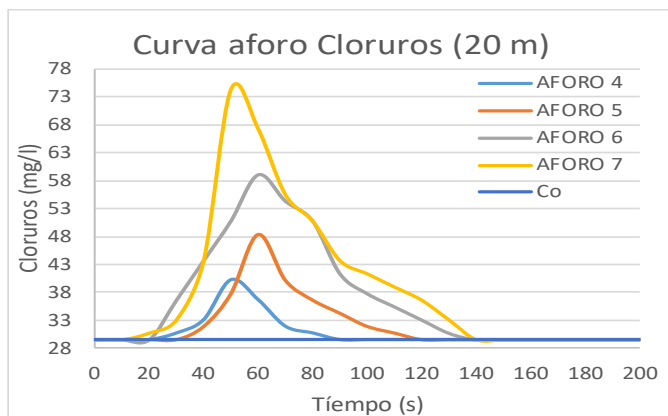
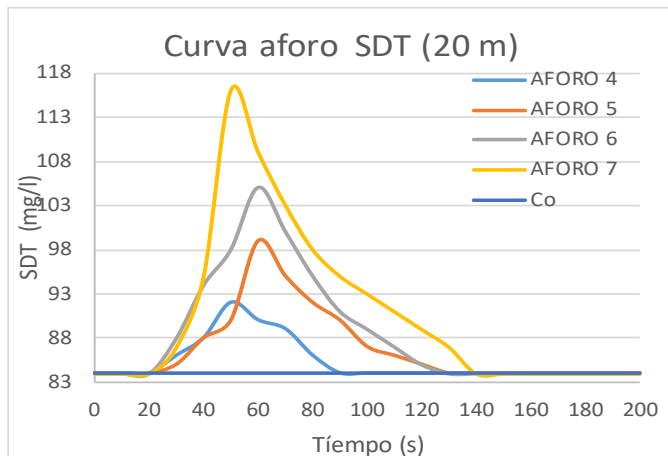
Salida de campo N. 3: Quebrada Seca

Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma

Tabla 53. Aforo Químico 8 Q. La Seca Salida C. N°3

AFORO QUIMICO N°8

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 6/11/
 PESO TRAZ. (gr) : 200 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 66666,67 INTERVALO t (s) : 20 TIEMPO (T) : 400
 Distan. muestreo (m): 14



MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	69	23,63	0	0	496,3	0	
1	20	20	69	26	0	520	520	30	
2	40	20	72	26	3	520	555,4	200	
3	60	20	86	29,54	17	590,8	1028	650	
4	80	20	117	73,26	48	1465,2	1595,2	1320	
5	100	20	153	86,26	84	1725,2	1772,5	1750	
6	120	20	160	90,99	91	1819,8	1689,8	1590	
7	140	20	137	77,99	68	1559,8	1394,4	1110	
8	160	20	112	61,45	43	1229	1063,5	720	
9	180	20	98	44,9	29	898	839	430	
10	200	20	83	39	14	780	720,9	150	
11	220	20	70	33,09	1	661,8	626,3	10	
12	240	20	69	29,54	0	590,8	531,7	0	
13	260	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
14	280	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
15	300	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
16	320	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
17	340	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
18	360	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
19	380	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
20	400	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
Σ =							398	16.141,2	7.960,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 29,89 L/s
 STD : 25,1 L/s

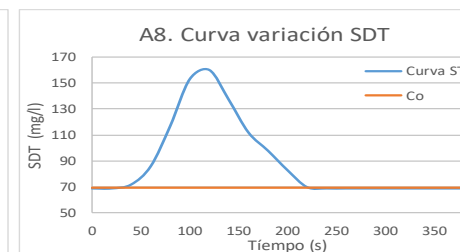
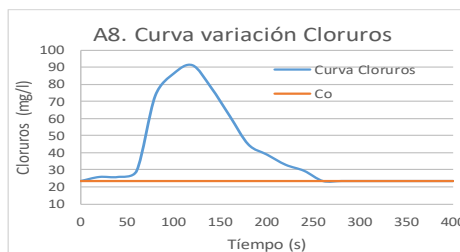


Figura 25. Graficas Aforo Químico 8 Q. La Seca Salida C. N°3

Tabla 54. Aforo Químico 9 -10 Q. La Seca Salida C. N°3

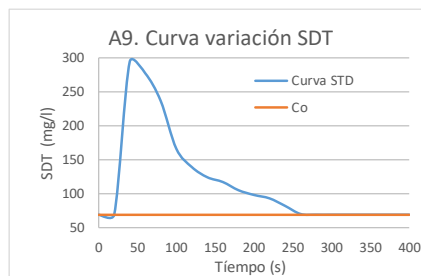
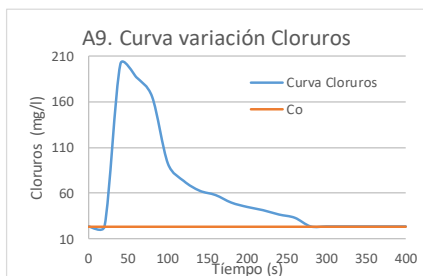
AFORO QUIMICO N°9

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 6/11/2
 PESO TRAZ. (gr) : 400 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 133333,3 INTERVALO t (s) : 20 TIEMPO (T) : 400
 Distan. muestreo (m): 14

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	69	23,63	0	0	472,6	0	
1	20	20	69	23,63	0	472,6	2245,1	2250	
2	40	20	294	200,88	225	4017,6	3875,8	4330	
3	60	20	277	186,7	208	3734	3521,3	3750	
4	80	20	236	165,43	167	3308,6	2576	2640	
5	100	20	166	92,17	97	1843,4	1654,3	1670	
6	120	20	139	73,26	70	1465,2	1358,9	1250	
7	140	20	124	62,63	55	1252,6	1205,3	1030	
8	160	20	117	57,9	48	1158	1075,3	840	
9	180	20	105	49,63	36	992,6	945,3	650	
10	200	20	98	44,9	29	898	862,6	530	
11	220	20	93	41,36	24	827,2	779,9	370	
12	240	20	82	36,63	13	732,6	697,2	140	
13	260	20	70	33,09	1	661,8	567,2	10	
14	280	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
15	300	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
16	320	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
17	340	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
18	360	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
19	380	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
20	400	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
Σ =							973	24.672,4	19.460,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 26,28 L/s
 STD : 20,54 L/s



AFORO QUIMICO N°10

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 6/11/21
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 20 TIEMPO (T) : 400
 Distan. muestreo (m): 14

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	69	23,63	0	0	472,6	0	
1	20	20	69	23,63	0	472,6	3249,6	3270	
2	40	20	396	301,33	327	6026,6	5731,1	6320	
3	60	20	374	271,78	305	5435,6	5045,7	5880	
4	80	20	352	232,79	283	4655,8	4076,8	4880	
5	100	20	274	174,89	205	3497,8	3214,2	3710	
6	120	20	235	146,53	166	2930,6	2398,8	2610	
7	140	20	164	93,35	95	1867	1536,2	1450	
8	160	20	119	60,27	50	1205,4	1051,7	780	
9	180	20	97	44,9	28	898	839	480	
10	200	20	89	39	20	780	732,7	340	
11	220	20	83	34,27	14	685,4	638,1	220	
12	240	20	77	29,54	8	590,8	555,4	120	
13	260	20	73	26	4	520	496,3	40	
14	280	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
15	300	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
16	320	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
17	340	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
18	360	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
19	380	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
20	400	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0	
Σ =							1.505	32.873,8	30.100,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 25,61 L/s
 STD : 19,93 L/s

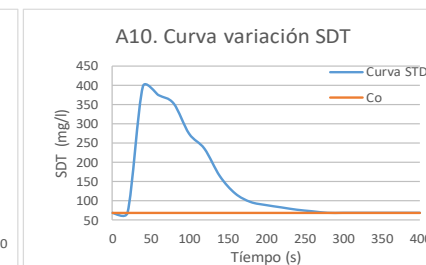
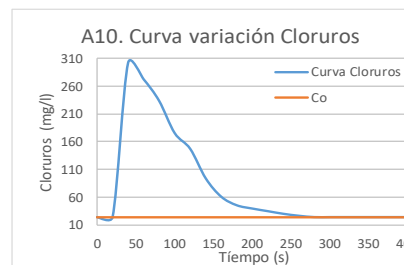


Figura 26. Graficas Aforo Químico 9-10 Q. La Seca Salida C. N°3

Tabla 55. Aforo Químico 11 Q. La Seca Salida C. N°3

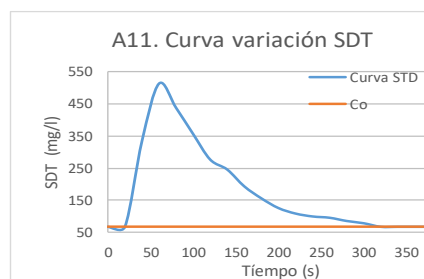
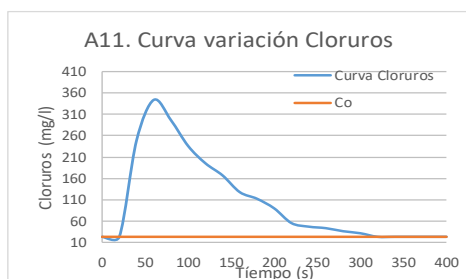
AFORO QUIMICO N°11

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 6/11/2
 PESO TRAZ. (gr) : 800 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 266667 INTERVALO t (s) : 20 TIEMPO (T) : 400
 Distan. muestreo (m) : 14

MUESTRA (1)	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	69	23,63	0	0	472,6	0
1	20	20	69	23,63	0	472,6	2717,8	2650
2	40	20	334	248,15	265	4963	5908,3	7080
3	60	20	512	342,68	443	6853,6	6381	8110
4	80	20	437	295,42	368	5908,4	5305,7	6550
5	100	20	356	235,15	287	4703	4301,3	4950
6	120	20	277	194,98	208	3899,6	3616	3850
7	140	20	246	166,62	177	3332,4	2942,4	3020
8	160	20	194	127,62	125	2552,4	2398,8	2130
9	180	20	157	112,26	88	2245,2	2020,7	1460
10	200	20	127	89,81	58	1796,2	1453,5	990
11	220	20	110	55,54	41	1110,8	1028,1	730
12	240	20	101	47,27	32	945,4	909,9	600
13	260	20	97	43,72	28	874,4	803,5	460
14	280	20	87	36,63	18	732,6	685,4	290
15	300	20	80	31,91	11	638,2	555,4	110
16	320	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0
17	340	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0
18	360	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0
19	380	20	69	23,63	0	472,6	472,6	0
20	400	20	69	23,63	0	472,6		
				Σ =	2.149	43.390,8	43.390,8	42.980,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 23,57 L/s
 SDT : 18,61 L/s



Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma distancia

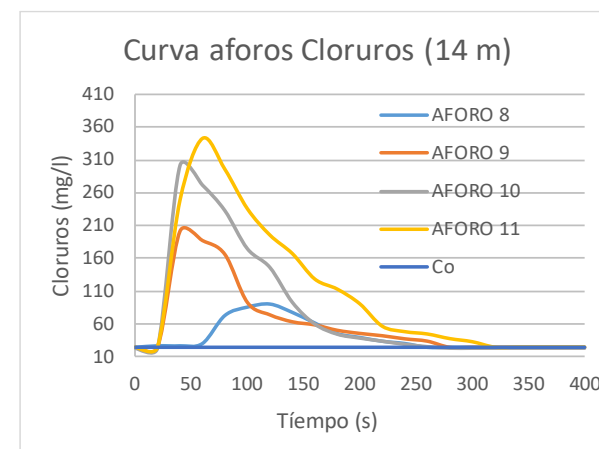
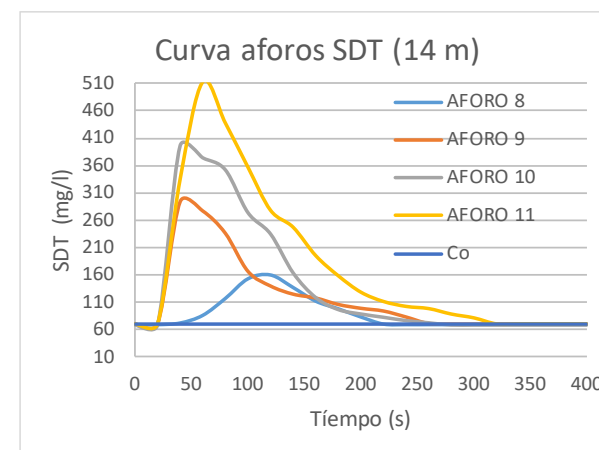


Figura 27. Graficas Aforo Químico 11 Q. La Seca Salida C. N°3

Salida de campo N. 4: Quebrada Tonchalá

Tabla 56. Aforo Químico 12-13 Q. Tonchalá Salida C. N°4

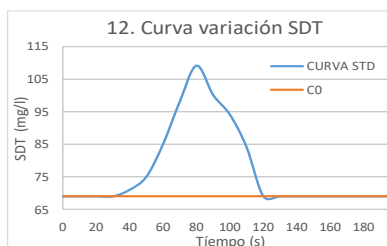
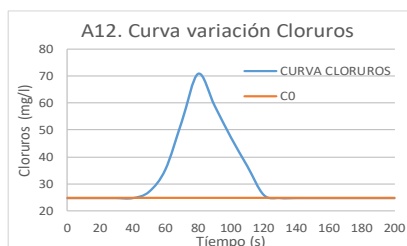
AFORO QUIMICO N° 12

UBICACION : Carmen de Tonchala CORRIENTE : Quebrada Tonchala FECHA : 6/11/
 PESO TRAZ. (gr) : 200 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 66666,67 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m): 15,5

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	69	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	69	24,82	0	248,2	248,2	10	
4	40	10	71	24,82	2	248,2	260	40	
5	50	10	75	27,18	6	271,8	313,15	110	
6	60	10	85	35,45	16	354,5	443,15	225	
7	70	10	98	53,18	29	531,8	620,4	345	
8	80	10	109	70,9	40	709	649,9	355	
9	90	10	100	59,08	31	590,8	531,75	280	
10	100	10	94	47,27	25	472,7	419,5	200	
11	110	10	84	36,63	15	366,3	313,15	75	
12	120	10	69	26	0	260	254,1	0	
13	130	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	69	24,82	0	248,2			
Σ =					164,0	6.535,3	6.535,3	1.640,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 127,24 L/s
 STD : 121,9 L/s



AFORO QUIMICO N° 13

UBICACION : Carmen de Tonchala CORRIENTE : Quebrada Tonchala FECHA : 6/11/
 PESO TRAZ. (gr) : 400 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 69
 C₁ (mg/l) : 133333 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 200
 Distan. muestreo (m): 15,5

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	69	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	85	24,82	16	248,2	360,45	225	
5	50	10	98	47,27	29	472,7	596,75	375	
6	60	10	115	72,08	46	720,8	980,8	610	
7	70	10	145	124,08	76	1240,8	1181,7	730	
8	80	10	139	112,26	70	1122,6	1033,95	620	
9	90	10	123	94,53	54	945,3	768,05	415	
10	100	10	98	59,08	29	590,8	502,2	210	
11	110	10	82	41,36	13	413,6	330,9	65	
12	120	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	69	24,82	0	248,2			
Σ =					333	8.733,2	8.733,2	3.330,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 106,1 L/s
 STD : 120,10 L/s

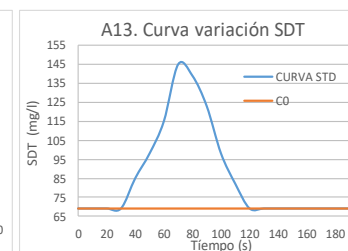
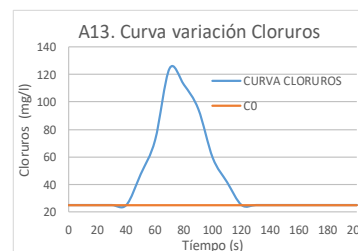


Figura 28. Graficas Aforo Químico 12-13 Q. Tonchalá Salida C. N°4

Tabla 57. Aforo Químico 14-15 Q. Tonchalá Salida C. N°4

AFORO QUIMICO N° 14

UBICACION : Carmen de Tonchalá
 PESO TRAZ. (gr) : 600
 C_1 (mg/l) : 200000

CORRIENTE : Quebrada Tonchalá
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10

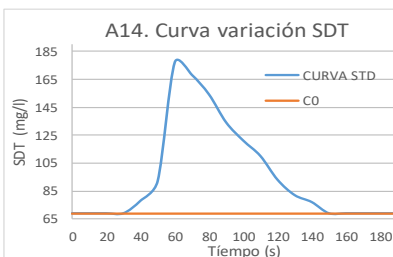
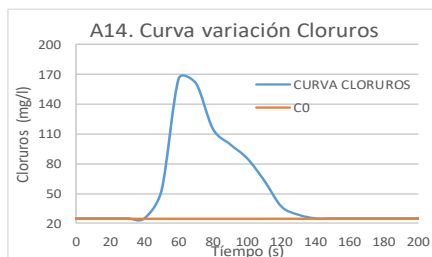
FECHA : 6/11/
 C_0 (mg/l) : 69
 TIEMPO (T) : 200

Distan. muestreo (m): 15,5

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	69	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
2	20	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
3	30	10	69	24,82	0	248,2	248,2	45
4	40	10	78	24,82	9	248,2	390	160
5	50	10	92	53,18	23	531,8	1093,05	655
6	60	10	177	165,43	108	1654,3	1630,7	1035
7	70	10	168	160,71	99	1607,1	1376,65	920
8	80	10	154	114,62	85	1146,2	1069,4	750
9	90	10	134	99,26	65	992,6	921,7	585
10	100	10	121	85,08	52	850,8	738,55	465
11	110	10	110	62,63	41	626,3	496,3	325
12	120	10	93	36,63	24	366,3	324,95	185
13	130	10	82	28,36	13	283,6	265,9	105
14	140	10	77	24,82	8	248,2	248,2	40
15	150	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
16	160	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
17	170	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
18	180	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	69	24,82	0	248,2		
$\Sigma =$				527	10.789,2	10.789,2	5.270,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 102,99 L/s
 STD : 113,84 L/s



AFORO QUIMICO N° 15

UBICACION : Carmen de Tonchalá
 PESO TRAZ. (gr) : 800
 C_1 (mg/l) : 266667

CORRIENTE : Quebrada Tonchalá
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10

FECHA : 6/11/
 C_0 (mg/l) : 69
 TIEMPO (T) : 200

Distan. muestreo (m): 15,5

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	69	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
2	20	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
3	30	10	69	24,82	0	248,2	248,2	45
4	40	10	69	29,54	0	295,4	330,85	20
5	50	10	73	36,63	4	366,3	490,4	105
6	60	10	86	61,45	17	614,5	1205,3	630
7	70	10	178	179,61	109	1796,1	2032,45	1425
8	80	10	245	226,88	176	2268,8	2215,65	1705
9	90	10	234	216,25	165	2162,5	1849,35	1300
10	100	10	164	153,62	95	1536,2	1341,2	730
11	110	10	120	114,62	51	1146,2	732,65	375
12	120	10	93	31,91	24	319,1	283,65	155
13	130	10	76	24,82	7	248,2	248,2	35
14	140	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
15	150	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
16	160	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
17	170	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
18	180	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	69	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	69	24,82	0	248,2		
$\Sigma =$				648	13.235,3	13.235,3	6.480,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 96,71 L/s
 STD : 123,45 L/s

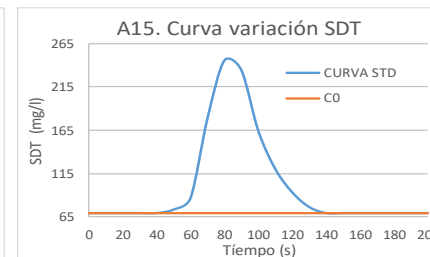
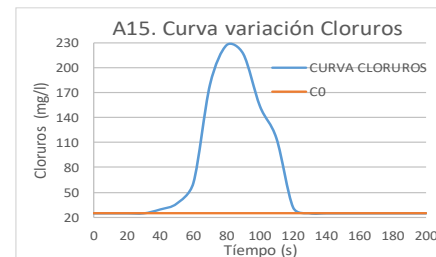
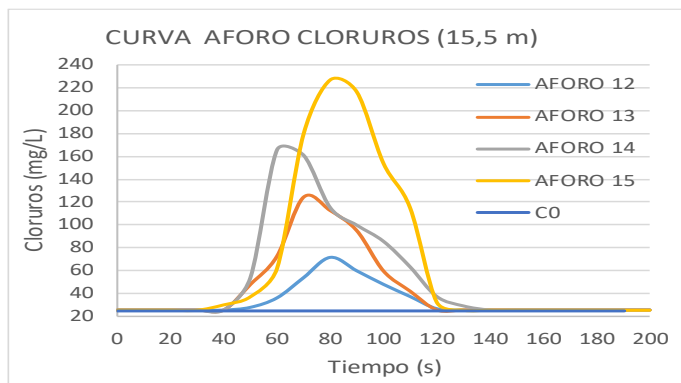
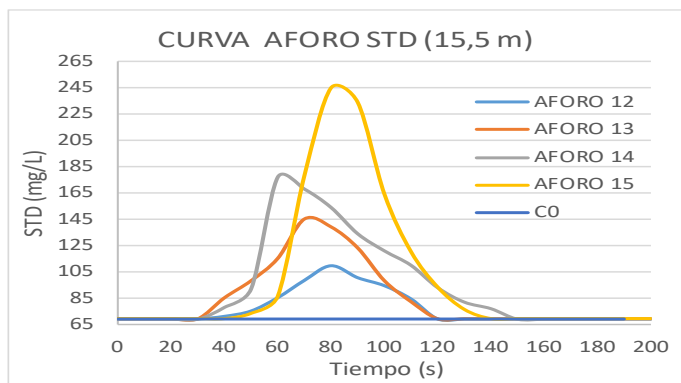


Figura 29. Graficas Aforo Químico 14-15 Q. Tonchalá Salida C. N°4

Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma distancia



Salida de campo N. 5: Quebrada Tonchalá

Tabla 58. Aforo Químico 16 Q. Tonchalá Salida C. N°5

AFORO QUIMICO N° 16

UBICACION : Tonchala N.S CORRIENTE : Q. Tonchala FECHA : 02/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 150 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 90
 C₁ (mg/l) : 50000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 10

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	90	39	0	0	390	0	
1	10	10	90	39	0	390	390	0	
2	20	10	90	39	0	390	390	0	
3	30	10	90	39	0	390	395,9	30	
4	40	10	96	40,18	6	401,8	431,35	70	
5	50	10	98	46,09	8	460,9	490,4	95	
6	60	10	101	51,99	11	519,9	508,1	95	
7	70	10	98	49,63	8	496,3	484,5	75	
8	80	10	97	47,27	7	472,7	454,95	60	
9	90	10	95	43,72	5	437,2	425,4	45	
10	100	10	94	41,36	4	413,6	407,7	35	
11	110	10	93	40,18	3	401,8	395,9	25	
12	120	10	92	39	2	390	390	15	
13	130	10	91	39	1	390	390	5	
14	140	10	90	39	0	390	390	0	
15	150	10	90	39	0	390	390	0	
16	160	10	90	39	0	390	390	0	
17	170	10	90	39	0	390	390	0	
18	180	10	90	39	0	390	390	0	
19	190	10	90	39	0	390	390	0	
20	200	10	90	39	0	390	390	0	
21	210	10	90	39	0	390	390	0	
22	220	10	90	39	0	390	390	0	
23	230	10	90	39	0	390	390	0	
24	240	10	90	39	0	390	390	0	
25	250	10	90	39	0	390	390	0	
26	260	10	90	39	0	390	390	0	
27	270	10	90	39	0	390	390	0	
28	280	10	90	39	0	390	390	0	
29	290	10	90	39	0	390	390	0	
30	300	10	90	39	0	390	390	0	
Σ =							55	12.184,2	550,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 309,55 L/s
SDT : 272,56 L/s

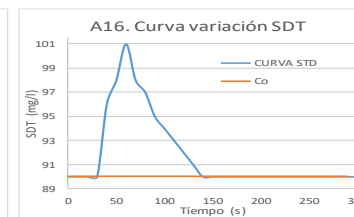
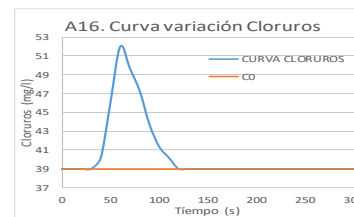


Figura 30. Graficas Aforo Químico 16 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Tabla 59. Aforo Químico 17-18 Q. Tonchalá Salida C. N°5

AFORO QUIMICO N° 17
 UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 300
 C₁ (mg/l) : 100000
 Distan. muestreo (m) : 10
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) 300

AFORO QUIMICO N° 18
 UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 50
 C₁ (mg/l) : 16667
 Distan. muestreo (m) : 35
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	90	39	0	0	390	0	
1	10	10	90	39	0	390	390	0	
2	20	10	90	39	0	390	390	0	
3	30	10	90	39	0	390	519,95	120	
4	40	10	114	64,99	24	649,9	602,65	210	
5	50	10	108	55,54	18	555,4	543,6	170	
6	60	10	106	53,18	16	531,8	519,95	145	
7	70	10	103	50,81	13	508,1	502,2	110	
8	80	10	99	49,63	9	496,3	484,5	80	
9	90	10	97	47,27	7	472,7	460,85	65	
10	100	10	96	44,9	6	449	443,1	55	
11	110	10	95	43,72	5	437,2	419,5	40	
12	120	10	93	40,18	3	401,8	395,9	25	
13	130	10	92	39	2	390	390	15	
14	140	10	91	39	1	390	390	5	
15	150	10	90	39	0	390	390	0	
16	160	10	90	39	0	390	390	0	
17	170	10	90	39	0	390	390	0	
18	180	10	90	39	0	390	390	0	
19	190	10	90	39	0	390	390	0	
20	200	10	90	39	0	390	390	0	
21	210	10	90	39	0	390	390	0	
22	220	10	90	39	0	390	390	0	
23	230	10	90	39	0	390	390	0	
24	240	10	90	39	0	390	390	0	
25	250	10	90	39	0	390	390	0	
26	260	10	90	39	0	390	390	0	
27	270	10	90	39	0	390	390	0	
28	280	10	90	39	0	390	390	0	
29	290	10	90	39	0	390	390	0	
30	300	10	90	39	0	390			
Σ =							104	12.692,2	1.040,0

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	90	39	0	0	390	0	
1	10	10	90	39	0	390	390	0	
2	20	10	90	39	0	390	390	0	
3	30	10	90	39	0	390	390	0	
4	40	10	90	39	0	390	390	0	
5	50	10	90	39	0	390	390	0	
6	60	10	90	39	0	390	390	0	
7	70	10	90	39	0	390	395,9	10	
8	80	10	92	40,18	2	401,8	419,5	35	
9	90	10	95	43,72	5	437,2	425,4	40	
10	100	10	93	41,36	3	413,6	407,7	20	
11	110	10	91	40,18	1	401,8	395,9	5	
12	120	10	90	39	0	390	390	0	
13	130	10	90	39	0	390	390	0	
14	140	10	90	39	0	390	390	0	
15	150	10	90	39	0	390	390	0	
16	160	10	90	39	0	390	390	0	
17	170	10	90	39	0	390	390	0	
18	180	10	90	39	0	390	390	0	
19	190	10	90	39	0	390	390	0	
20	200	10	90	39	0	390	390	0	
21	210	10	90	39	0	390	390	0	
22	220	10	90	39	0	390	390	0	
23	230	10	90	39	0	390	390	0	
24	240	10	90	39	0	390	390	0	
25	250	10	90	39	0	390	390	0	
26	260	10	90	39	0	390	390	0	
27	270	10	90	39	0	390	390	0	
28	280	10	90	39	0	390	390	0	
29	290	10	90	39	0	390	390	0	
30	300	10	90	39	0	390			
Σ =							11	11.794,4	110,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 302,24 L/s
SDT : 288,38 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 528,42 L/s
SDT : 453,73 L/s

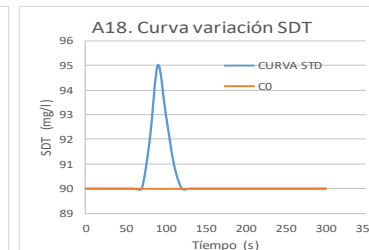
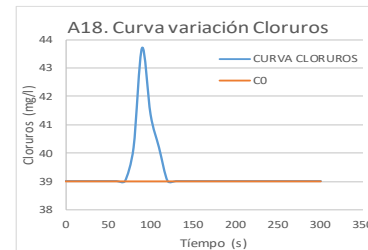
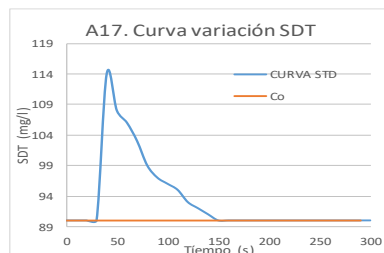
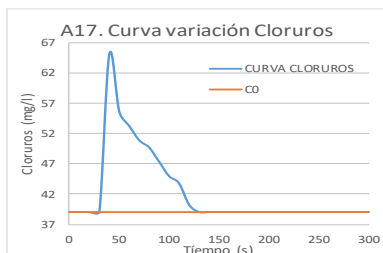


Figura 31. Graficas Aforo Químico 17-18 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Tabla 60. Aforo Químico 19-20 Q. Tonchalá Salida C. N°5

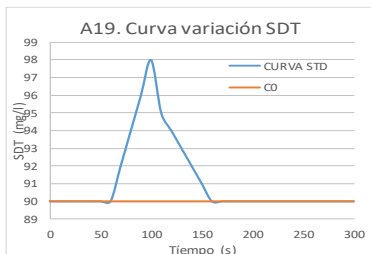
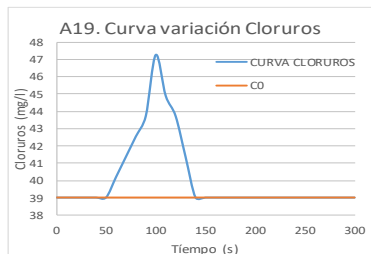
AFORO QUIMICO N° 19

UBICACION : Tonchala N.S CORRIENTE : Q. Tonchala FECHA : 02/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 150 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 90
 C₁ (mg/l) : 50000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 35

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	90	39	0	0	390	0
1	10	10	90	39	0	390	390	0
2	20	10	90	39	0	390	390	0
3	30	10	90	39	0	390	390	0
4	40	10	90	39	0	390	390	0
5	50	10	90	39	0	390	395,9	0
6	60	10	90	40,18	0	401,8	407,7	10
7	70	10	92	41,36	2	413,6	419,5	30
8	80	10	94	42,54	4	425,4	431,3	50
9	90	10	96	43,72	6	437,2	454,95	70
10	100	10	98	47,27	8	472,7	460,85	65
11	110	10	95	44,9	5	449	443,1	45
12	120	10	94	43,72	4	437,2	425,4	35
13	130	10	93	41,36	3	413,6	401,8	25
14	140	10	92	39	2	390	390	15
15	150	10	91	39	1	390	390	5
16	160	10	90	39	0	390	390	0
17	170	10	90	39	0	390	390	0
18	180	10	90	39	0	390	390	0
19	190	10	90	39	0	390	390	0
20	200	10	90	39	0	390	390	0
21	210	10	90	39	0	390	390	0
22	220	10	90	39	0	390	390	0
23	230	10	90	39	0	390	390	0
24	240	10	90	39	0	390	390	0
25	250	10	90	39	0	390	390	0
26	260	10	90	39	0	390	390	0
27	270	10	90	39	0	390	390	0
28	280	10	90	39	0	390	390	0
29	290	10	90	39	0	390	390	0
30	300	10	90	39	0	390	390	0
				Σ =	35	12.030,5	12.030,5	350,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 453,5 L/s
 STD : 428,31 L/s



AFORO QUIMICO N° 20

UBICACION : Tonchala N.S CORRIENTE : Q. Tonchala FECHA : 02/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 300 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 89
 C₁ (mg/l) : 100000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 35

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios	
							Cloruros	STD
0	0	0	90	39	0	0	390	0
1	10	10	90	39	0	390	390	0
2	20	10	90	39	0	390	390	0
3	30	10	90	39	0	390	390	0
4	40	10	90	39	0	390	390	0
5	50	10	90	39	0	390	390	5
6	60	10	91	39	1	390	395,9	15
7	70	10	92	40,18	2	401,8	437,25	50
8	80	10	98	47,27	8	472,7	484,5	100
9	90	10	102	49,63	12	496,3	502,2	110
10	100	10	100	50,81	10	508,1	502,2	95
11	110	10	99	49,63	9	496,3	490,4	85
12	120	10	98	48,45	8	484,5	478,6	70
13	130	10	96	47,27	6	472,7	460,85	50
14	140	10	94	44,9	4	449	443,1	35
15	150	10	93	43,72	3	437,2	431,3	25
16	160	10	92	42,54	2	425,4	413,6	10
17	170	10	90	40,18	0	401,8	395,9	0
18	180	10	90	39	0	390	390	0
19	190	10	90	39	0	390	390	0
20	200	10	90	39	0	390	390	0
21	210	10	90	39	0	390	390	0
22	220	10	90	39	0	390	390	0
23	230	10	90	39	0	390	390	0
24	240	10	90	39	0	390	390	0
25	250	10	90	39	0	390	390	0
26	260	10	90	39	0	390	390	0
27	270	10	90	39	0	390	390	0
28	280	10	90	39	0	390	390	0
29	290	10	90	39	0	390	390	0
30	300	10	90	39	0	390	390	0
				Σ =	65	12.455,8	12.455,8	650,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 396,78 L/s
 STD : 461,40 L/s

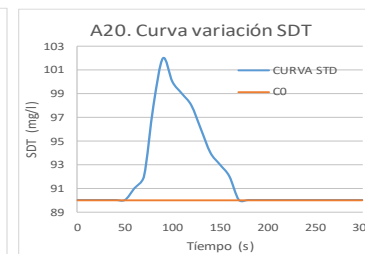
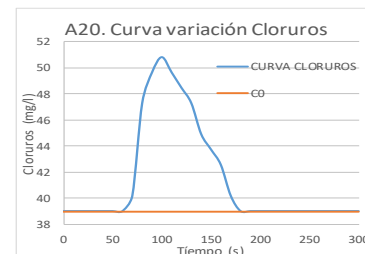


Figura 32. Graficas Aforo Químico 19-20 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Tabla 61. Aforo Químico 21-22 Q. Tonchalá Salida C. N°5

AFORO QUIMICO N° 21
 UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 600
 C₁ (mg/l) : 200000
 Distan. muestreo (m) : 35
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) 300

AFORO QUIMICO N° 22
 UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 50
 C₁ (mg/l) : 16667
 Distan. muestreo (m) : 40
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	90	39	0	390	390	0
1	10	10	90	39	0	390	390	0
2	20	10	90	39	0	390	390	0
3	30	10	90	39	0	390	390	0
4	40	10	90	39	0	390	390	0
5	50	10	90	39	0	390	395,9	25
6	60	10	95	40,18	5	401,8	419,5	65
7	70	10	98	43,72	8	437,2	472,65	115
8	80	10	105	50,81	15	508,1	579	210
9	90	10	117	64,99	27	649,9	703,1	310
10	100	10	125	75,63	35	756,3	714,95	320
11	110	10	119	67,36	29	673,6	602,7	245
12	120	10	110	53,18	20	531,8	519,95	155
13	130	10	101	50,81	11	508,1	496,3	90
14	140	10	97	48,45	7	484,5	478,6	60
15	150	10	95	47,27	5	472,7	466,8	40
16	160	10	93	46,09	3	460,9	449,05	25
17	170	10	92	43,72	2	437,2	425,4	15
18	180	10	91	41,36	1	413,6	401,8	5
19	190	10	90	39	0	390	390	0
20	200	10	90	39	0	390	390	0
21	210	10	90	39	0	390	390	0
22	220	10	90	39	0	390	390	0
23	230	10	90	39	0	390	390	0
24	240	10	90	39	0	390	390	0
25	250	10	90	39	0	390	390	0
26	260	10	90	39	0	390	390	0
27	270	10	90	39	0	390	390	0
28	280	10	90	39	0	390	390	0
29	290	10	90	39	0	390	390	0
30	300	10	90	39	0	390	195	-
Σ =				168	13.365,7	13.560,7	1.680,0	

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	90	39	0	390	390	0
1	10	10	90	39	0	390	390	0
2	20	10	90	39	0	390	390	0
3	30	10	90	39	0	390	390	0
4	40	10	90	39	0	390	390	0
5	50	10	90	39	0	390	390	0
6	60	10	90	39	0	390	390	0
7	70	10	90	39	0	390	390	0
8	80	10	90	39	0	390	390	0
9	90	10	90	39	0	390	390	0
10	100	10	90	39	0	390	395,9	5
11	110	10	91	40,18	1	401,8	407,7	15
12	120	10	92	41,36	2	413,6	425,4	30
13	130	10	94	43,72	4	437,2	419,5	30
14	140	10	92	40,18	2	401,8	395,9	15
15	150	10	91	39	1	390	390	5
16	160	10	90	39	0	390	390	0
17	170	10	90	39	0	390	390	0
18	180	10	90	39	0	390	390	0
19	190	10	90	39	0	390	390	0
20	200	10	90	39	0	390	390	0
21	210	10	90	39	0	390	390	0
22	220	10	90	39	0	390	390	0
23	230	10	90	39	0	390	390	0
24	240	10	90	39	0	390	390	0
25	250	10	90	39	0	390	390	0
26	260	10	90	39	0	390	390	0
27	270	10	90	39	0	390	390	0
28	280	10	90	39	0	390	390	0
29	290	10	90	39	0	390	390	0
30	300	10	90	39	0	390	195	-
Σ =				10	11.794,4	11.794,4	100,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

COLORUROS : 360,14 L/s
 STD : 357,1 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

COLORUROS : 528,42 L/s
 STD : 499,10 L/s

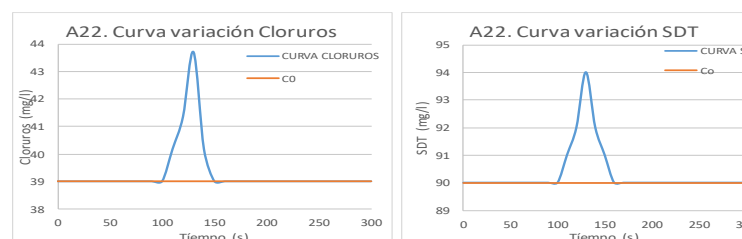
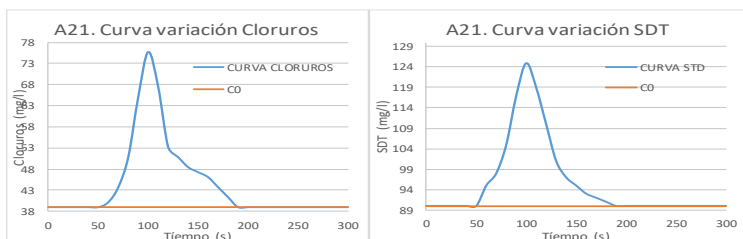


Figura 33. Graficas Aforo Químico 21-22 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Tabla 62. Aforo Químico 23-24 Q. Tonchalá Salida C. N°5

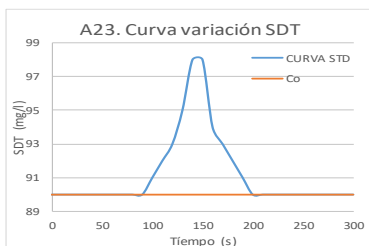
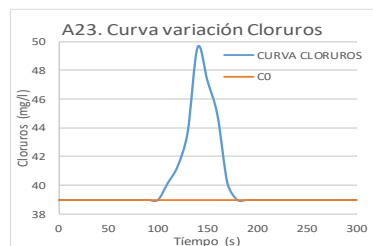
AFORO QUIMICO N° 23

UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 150
 C₁ (mg/l) : 50000
 Distan. muestreo (m): 40
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (ltros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt	Area bajo la curva por trapecios			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(5X3)	Cloruros	STD		
0	0	0	90	39	0	390	0	0		
1	10	10	90	39	0	390	390	0		
2	20	10	90	39	0	390	390	0		
3	30	10	90	39	0	390	390	0		
4	40	10	90	39	0	390	390	0		
5	50	10	90	39	0	390	390	0		
6	60	10	90	39	0	390	390	0		
7	70	10	90	39	0	390	390	0		
8	80	10	90	39	0	390	390	0		
9	90	10	90	39	0	390	390	5		
10	100	10	91	39	1	390	395,9	15		
11	110	10	92	40,18	2	401,8	407,7	25		
12	120	10	93	41,36	3	413,6	425,4	40		
13	130	10	95	43,72	5	437,2	466,75	65		
14	140	10	98	49,63	8	496,3	484,5	80		
15	150	10	98	47,27	8	472,7	460,85	60		
16	160	10	94	44,9	4	449	425,4	35		
17	170	10	93	40,18	3	401,8	395,9	25		
18	180	10	92	39	2	390	390	15		
19	190	10	91	39	1	390	390	5		
20	200	10	90	39	0	390	390	0		
21	210	10	90	39	0	390	390	0		
22	220	10	90	39	0	390	390	0		
23	230	10	90	39	0	390	390	0		
24	240	10	90	39	0	390	390	0		
25	250	10	90	39	0	390	390	0		
26	260	10	90	39	0	390	390	0		
27	270	10	90	39	0	390	390	0		
28	280	10	90	39	0	390	390	0		
29	290	10	90	39	0	390	390	0		
30	300	10	90	39	0	390	390	0		
Σ =							37	12.042,4	12.042,4	370,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 437,74 L/s
 SDT : 405,16 L/s



AFORO QUIMICO N° 24

UBICACION : Tonchala N.S
 PESO TRAZ. (gr) : 300
 C₁ (mg/l) : 100000
 Distan. muestreo (m): 40
 CORRIENTE : Q. Tonchala
 VOL. (ltros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 02/12/2021
 C₀ (mg/l) : 90
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt	Area bajo la curva por trapecios			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(5X3)	Cloruros	STD		
0	0	0	90	39	0	390	0	0		
1	10	10	90	39	0	390	390	0		
2	20	10	90	39	0	390	390	0		
3	30	10	90	39	0	390	390	0		
4	40	10	90	39	0	390	390	0		
5	50	10	90	39	0	390	390	0		
6	60	10	90	39	0	390	390	0		
7	70	10	90	39	0	390	390	0		
8	80	10	90	39	0	390	390	0		
9	90	10	90	39	0	390	390	5		
10	100	10	91	39	1	390	395,9	20		
11	110	10	93	40,18	3	401,8	413,6	40		
12	120	10	95	42,54	5	425,4	449,05	55		
13	130	10	96	47,27	6	472,7	484,5	70		
14	140	10	98	49,63	8	496,3	496,3	85		
15	150	10	99	49,63	9	496,3	490,4	85		
16	160	10	98	48,45	8	484,5	478,6	75		
17	170	10	97	47,27	7	472,7	466,8	65		
18	180	10	96	46,09	6	460,9	443,15	55		
19	190	10	95	42,54	5	425,4	413,6	40		
20	200	10	93	40,18	3	401,8	395,9	25		
21	210	10	92	39	2	390	390	15		
22	220	10	91	39	1	390	390	5		
23	230	10	90	39	0	390	390	0		
24	240	10	90	39	0	390	390	0		
25	250	10	90	39	0	390	390	0		
26	260	10	90	39	0	390	390	0		
27	270	10	90	39	0	390	390	0		
28	280	10	90	39	0	390	390	0		
29	290	10	90	39	0	390	390	0		
30	300	10	90	39	0	390	390	0		
Σ =							64	12.337,8	12.337,8	640,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 470,18 L/s
 SDT : 468,61 L/s

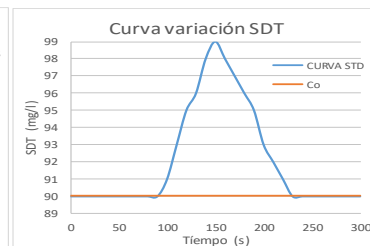
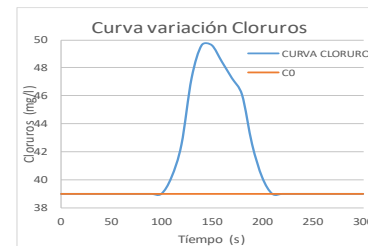


Figura 34. Graficas Aforo Químico 23-24 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Tabla 63. Aforo Químico 25 Q. Tonchalá Salida C. N°5

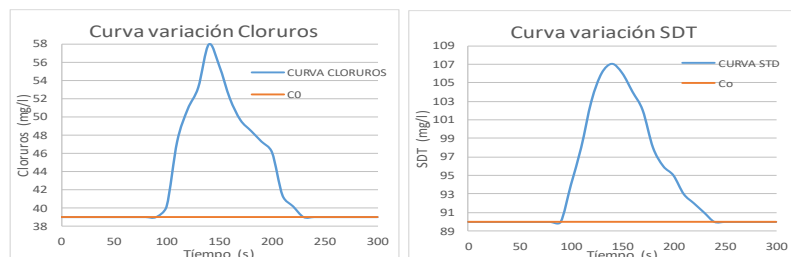
AFORO QUIMICO N° 25

UBICACION : Tonchala N.S CORRIENTE : Q. Tonchala FECHA : 02/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 90
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 40

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C × Δt (5x3) (7)	Area bajo la curva por trapecios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	90	39	0	0	390	0		
1	10	10	90	39	0	390	390	0		
2	20	10	90	39	0	390	390	0		
3	30	10	90	39	0	390	390	0		
4	40	10	90	39	0	390	390	0		
5	50	10	90	39	0	390	390	0		
6	60	10	90	39	0	390	390	0		
7	70	10	90	39	0	390	390	0		
8	80	10	90	39	0	390	390	0		
9	90	10	90	39	0	390	395,9	20		
10	100	10	94	40,18	4	401,8	437,25	60		
11	110	10	98	47,27	8	472,7	490,4	105		
12	120	10	103	50,81	13	508,1	519,95	145		
13	130	10	106	53,18	16	531,8	555,4	165		
14	140	10	107	57,9	17	579	567,2	165		
15	150	10	106	55,54	16	555,4	537,65	150		
16	160	10	104	51,99	14	519,9	508,1	130		
17	170	10	102	49,63	12	496,3	490,4	100		
18	180	10	98	48,45	8	484,5	478,6	70		
19	190	10	96	47,27	6	472,7	466,8	55		
20	200	10	95	46,09	5	460,9	437,25	40		
21	210	10	93	41,36	3	413,6	407,7	25		
22	220	10	92	40,18	2	401,8	395,9	15		
23	230	10	91	39	1	390	390	5		
24	240	10	90	39	0	390	390	0		
25	250	10	90	39	0	390	390	0		
26	260	10	90	39	0	390	390	0		
27	270	10	90	39	0	390	390	0		
28	280	10	90	39	0	390	390	0		
29	290	10	90	39	0	390	390	0		
30	300	10	90	39	0	390	390	0		
Σ =							125	12.928,5	12.928,5	1.250,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 488,31 L/s
 SDT : 479,93 L/s



Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma distancia

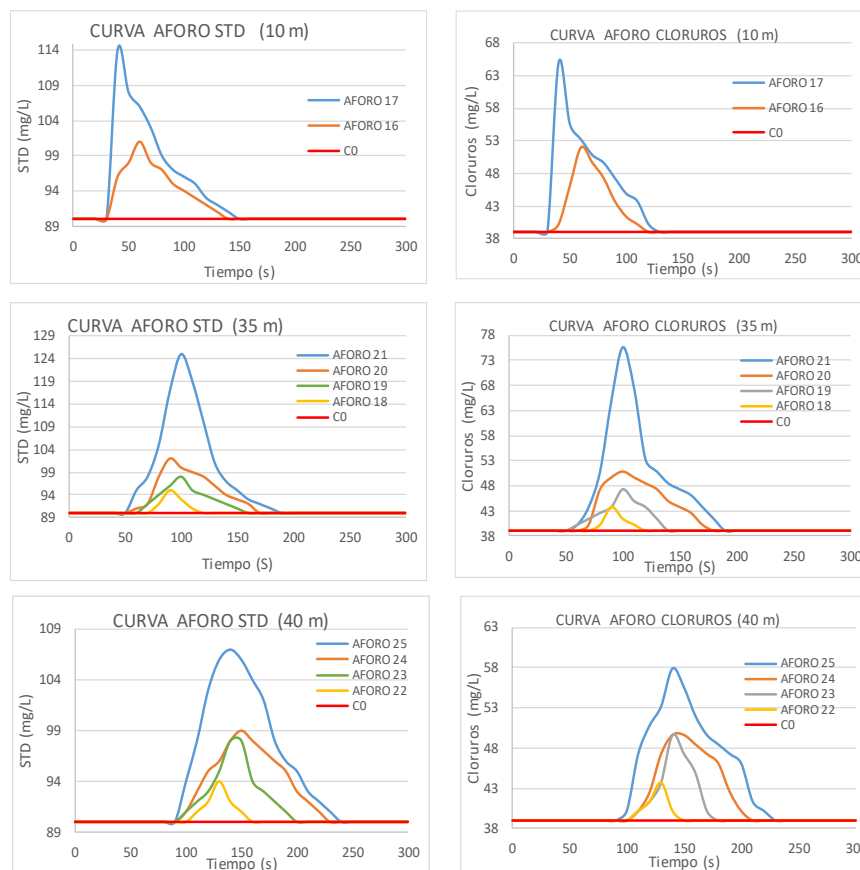


Figura 35. Graficas Aforo Químico 25 Q. Tonchalá Salida C. N°5

Salida de campo N. 6: Quebrada Cuperena

Tabla 64. Aforo Químico 26 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Comparación curva a diferentes distancias de muestreo con una misma concentración



AFORO QUIMICO N° 26

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 50 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 16666,67 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0		
1	10	10	100	47,27	0	472,7	484,5	15		
2	20	10	103	49,63	3	496,3	508,1	45		
3	30	10	106	51,99	6	519,9	514	40		
4	40	10	102	50,81	2	508,1	496,3	15		
5	50	10	101	48,45	1	484,5	478,6	5		
6	60	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
7	70	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
8	80	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
9	90	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
10	100	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
11	110	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
Σ =							12	14.299,0	14.299,0	120,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 421,19 L/s
 STD : 415,8 L/s

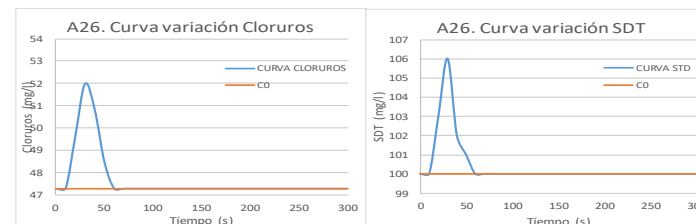


Figura 36. Graficas Aforo Químico 26 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Tabla 66. Aforo Químico 29-30 Q. Tonchalá Salida C. N°6

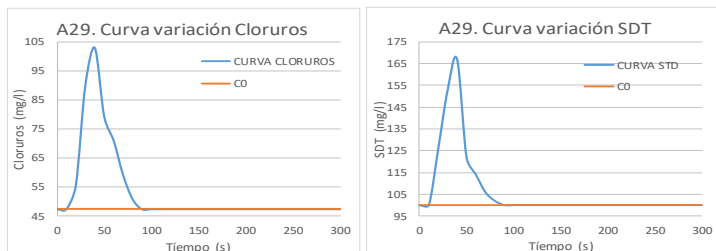
AFORO QUIMICO N° 29

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0		
1	10	10	100	47,27	0	472,7	514,05	130		
2	20	10	126	55,54	26	555,4	726,75	395		
3	30	10	153	89,81	53	898,1	963,1	600		
4	40	10	167	102,81	67	1028,1	909,9	445		
5	50	10	122	79,17	22	791,7	750,35	180		
6	60	10	114	70,9	14	709	649,9	100		
7	70	10	106	59,08	6	590,8	549,45	40		
8	80	10	102	50,81	2	508,1	490,4	10		
9	90	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
10	100	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
11	110	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
Σ =							190	15.953,3	15.953,3	1.900,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 338,46 L/s
SDT : 315,74 L/s



AFORO QUIMICO N° 30

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 50 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 16667 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 80

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios			
							Cloruros	STD		
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0		
1	10	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
2	20	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
3	30	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
4	40	10	100	47,27	0	472,7	478,6	5		
5	50	10	101	48,45	1	484,5	487,45	15		
6	60	10	102	49,04	2	490,4	481,55	10		
7	70	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
8	80	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
9	90	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
10	100	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
11	110	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0		
Σ =							3	14.210,5	14.210,5	30,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1690,11 L/s
SDT : 1.663,33 L/s

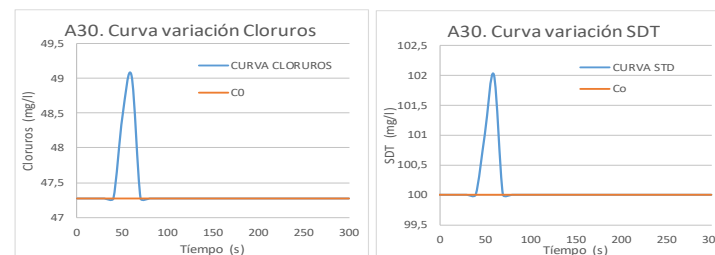


Figura 38. Graficas Aforo Químico 29-30 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Tabla 67. Aforo Químico 31-32 Q. Tonchalá Salida C. N°6

AFORO QUIMICO N° 31

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 150 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 50000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 80

AFORO QUIMICO N° 32

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 300 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 100000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 80

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0
1	10	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
2	20	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
3	30	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
4	40	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
5	50	10	100	47,27	0	472,7	484,5	10
6	60	10	102	49,63	2	496,3	514,05	40
7	70	10	106	53,18	6	531,8	519,95	50
8	80	10	104	50,81	4	508,1	502,2	30
9	90	10	102	49,63	2	496,3	484,5	15
10	100	10	101	47,27	1	472,7	472,7	5
11	110	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
Σ =				15	14.322,7	14.322,7	150,0	

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0
1	10	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
2	20	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
3	30	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
4	40	10	100	47,27	0	472,7	493,35	25
5	50	10	105	51,4	5	514	522,9	60
6	60	10	107	53,18	7	531,8	543,6	80
7	70	10	109	55,54	9	555,4	537,65	75
8	80	10	106	51,99	6	519,9	508,1	40
9	90	10	102	49,63	2	496,3	493,35	15
10	100	10	101	49,04	1	490,4	487,45	5
11	110	10	100	48,45	0	484,5	478,6	0
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
Σ =				30	14.464,4	14.464,4	300,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1057,57 L/s
 SDT : 999,33 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1058,07 L/s
 SDT : 999,67 L/s

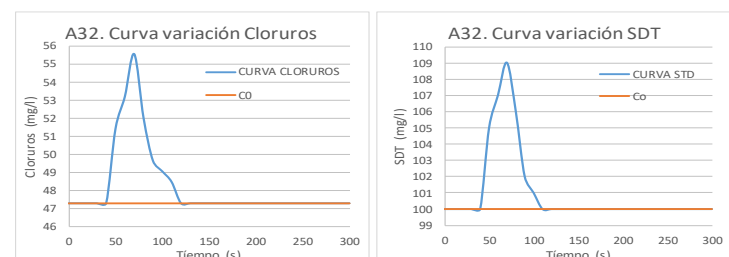
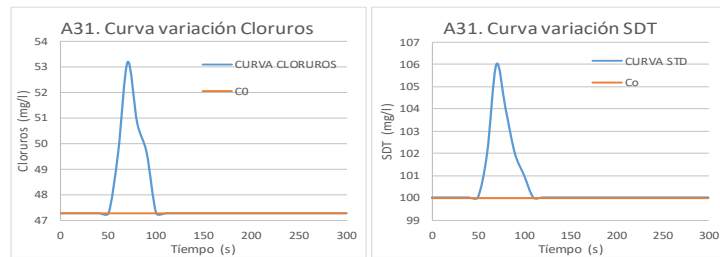


Figura 39. Graficas Aforo Químico 31-32 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Tabla 68. Aforo Químico 33-34 Q. Tonchalá Salida C. N°6

AFORO QUIMICO N° 33								AFORO QUIMICO N° 34									
UBICACION : Zulia, N.de S				CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021				UBICACION : Zulia, N.de S				CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 07/12/2021					
PESO TRAZ. (gr) : 600				VOL. (litros): 3				PESO TRAZ. (gr) : 50				VOL. (litros): 3					
C ₁ (mg/l) : 200000				INTERVALO t (s) : 10				C ₁ (mg/l) : 16667				INTERVALO t (s) : 10					
Distanc. muestreo (m): 80				TIEMPO (T) : 300				Distanc. muestreo (m): 95				TIEMPO (T) : 300					
MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios		CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios					
							Cloruros	STD				Cloruros	STD				
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0	472,7	0	0	472,7	0				
1	10	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
2	20	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
3	30	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
4	40	10	100	47,27	0	472,7	478,6	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
5	50	10	100	48,45	0	484,5	502,2	20	472,7	0	472,7	472,7	0				
6	60	10	104	51,99	4	519,9	561,3	90	472,7	0	472,7	472,7	0				
7	70	10	114	60,27	14	602,7	584,95	125	472,7	0	472,7	472,7	0				
8	80	10	111	56,72	11	567,2	549,5	80	472,7	0	472,7	481,55	10				
9	90	10	105	53,18	5	531,8	514,05	40	49,04	2	490,4	487,45	15				
10	100	10	103	49,63	3	496,3	490,4	20	48,45	1	484,5	478,6	5				
11	110	10	101	48,45	1	484,5	478,6	5	472,7	0	472,7	472,7	0				
12	120	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
13	130	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
14	140	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0	472,7	0	472,7	472,7	0				
30	300	10	100	47,27	0	472,7			47,27	0	472,7						
				Σ =	38	14.559,0	14.559,0	380,0					Σ =	3	14.210,5	14.210,5	30,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1586,93 L/s
SDT : 1.578,68 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1690,11 L/s
SDT : 1.663,33 L/s

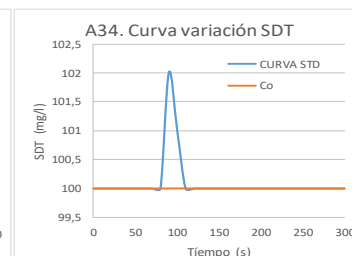
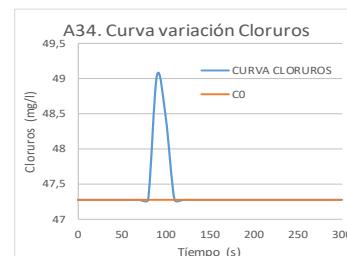
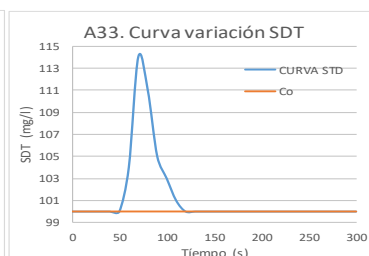
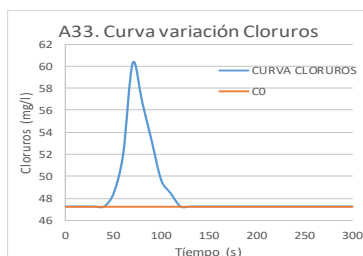


Figura 40. Graficas Aforo Químico 33-34 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Tabla 70. Aforo Químico 37 Q. Tonchalá Salida C. N°6

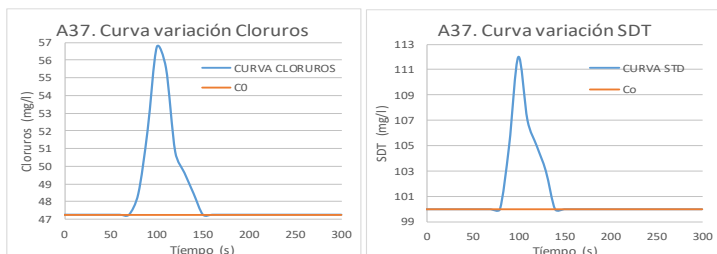
AFORO QUIMICO N° 37

UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cupepena FECHA : 07/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 100
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 95

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	100	47,27	0	0	472,7	0
1	10	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
2	20	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
3	30	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
4	40	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
5	50	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
6	60	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
7	70	10	100	47,27	0	472,7	478,6	0
8	80	10	100	48,45	0	484,5	502,2	25
9	90	10	105	51,99	5	519,9	543,55	85
10	100	10	112	56,72	12	567,2	561,3	95
11	110	10	107	55,54	7	555,4	531,75	60
12	120	10	105	50,81	5	508,1	502,2	40
13	130	10	103	49,63	3	496,3	490,4	15
14	140	10	100	48,45	0	484,5	478,6	0
15	150	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
16	160	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
17	170	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
18	180	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
19	190	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
20	200	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
21	210	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
22	220	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
23	230	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
24	240	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
25	250	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
26	260	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
27	270	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
28	280	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
29	290	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
30	300	10	100	47,27	0	472,7	472,7	0
Σ =				32	14.488,0	14.488,0	320,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 1953,94 L/s
 SDT : 1.874,69 L/s



Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma distancia

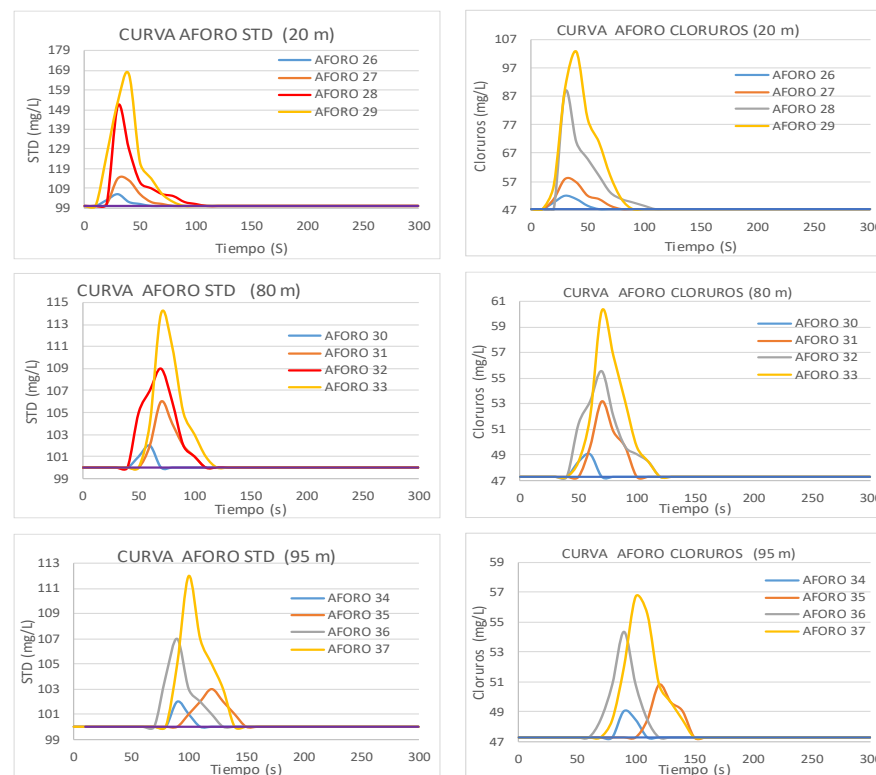
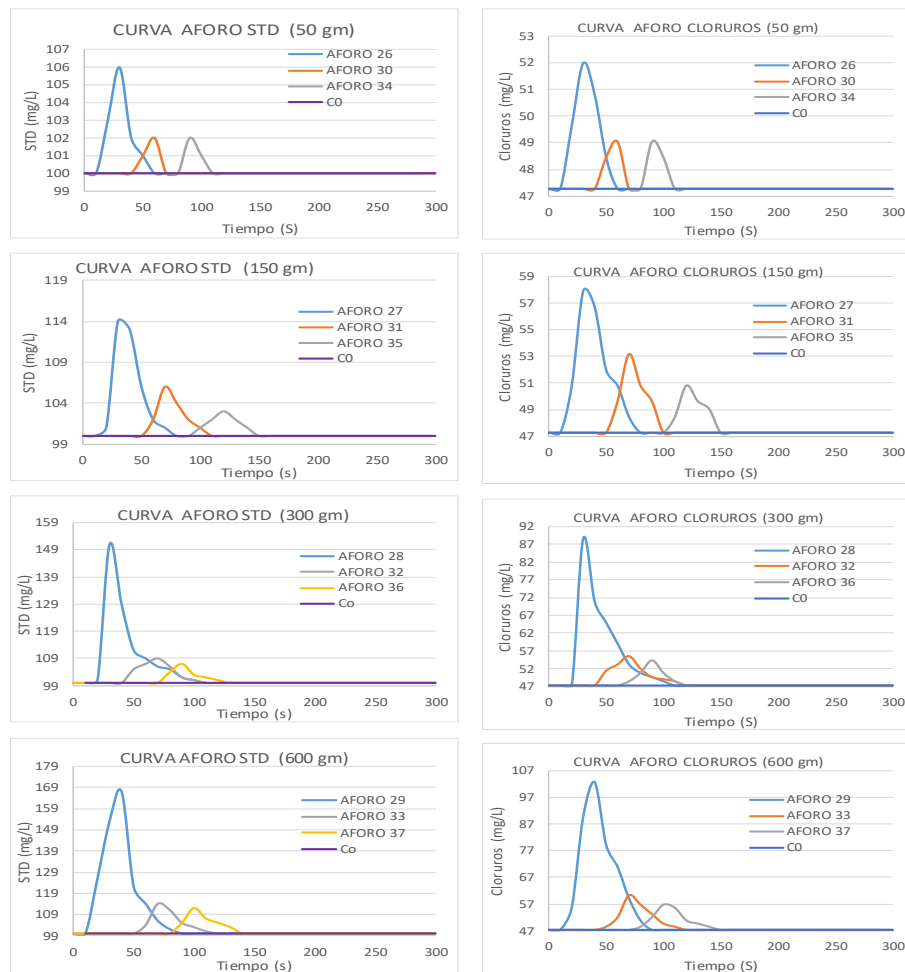


Figura 42. Graficas Aforo Químico 37 Q. Tonchalá Salida C. N°6

Comparación curva a diferentes distancias de muestreo con una misma concentración



Salida de campo N. 7: Quebrada Cuperena

Tabla 71. Aforo Químico 38 Q. Cuperena Salida C. N°7

AFORO QUIMICO N° 38
 UBICACION : Zulia, N.de S CORRIENTE : Quebrada Cuperena FECHA : 12/12/
 PESO TRAZ. (gr) : 4000 VOL. (litros): 14 C₀ (mg/l) : 101
 C₁ (mg/l) : 285.714 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	101	48,45	0	0	484,5	0
1	10	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
2	20	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
3	30	10	101	48,45	0	484,5	1045,8	645
4	40	10	230	160,71	129	1607,1	2558,35	3235
5	50	10	619	350,96	518	3509,6	2912,85	4005
6	60	10	384	231,61	283	2316,1	2091,55	2420
7	70	10	302	186,7	201	1867	1719,3	1640
8	80	10	228	157,16	127	1571,6	1542,05	1020
9	90	10	178	151,25	77	1512,5	1364,8	595
10	100	10	143	121,71	42	1217,1	1158,05	365
11	110	10	132	109,9	31	1099	1051,7	260
12	120	10	122	100,44	21	1004,4	927,6	185
13	130	10	117	85,08	16	850,8	809,45	130
14	140	10	111	76,81	10	768,1	738,55	80
15	150	10	107	70,9	6	709	679,45	55
16	160	10	106	64,99	5	649,9	620,35	40
17	170	10	104	59,08	3	590,8	537,65	15
18	180	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
19	190	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
20	200	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
21	210	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
22	220	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
23	230	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
24	240	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
25	250	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
26	260	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
27	270	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
28	280	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
29	290	10	101	48,45	0	484,5	484,5	0
30	300	10	101	48,45	0	484,5	484,5	-
Σ =					1,469	27,025,0	27,025,0	14,690,0

$$Q = \frac{V \cdot (C_1 - C_0)}{\int_0^T C \cdot dt - C_0 \cdot T}$$

CLORUROS : 320,14 L/s
 STD : 272,29 L/s



Figura 43. Graficas Aforo Químico 38 Q. Cuperena Salida C. N°7

Salida de campo N. 8: Quebrada Seca

Comparación curva a diferentes distancias de muestreo con una misma concentración

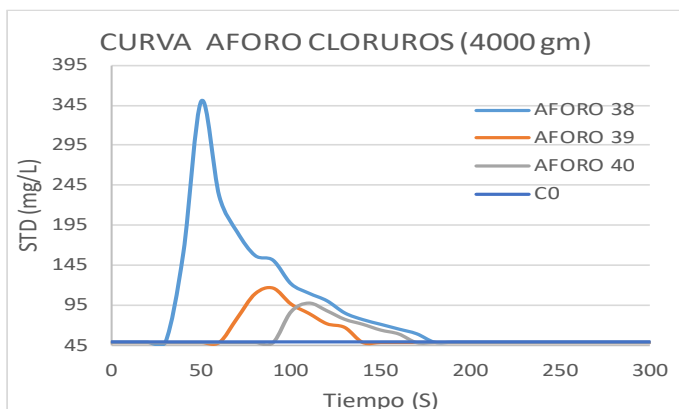
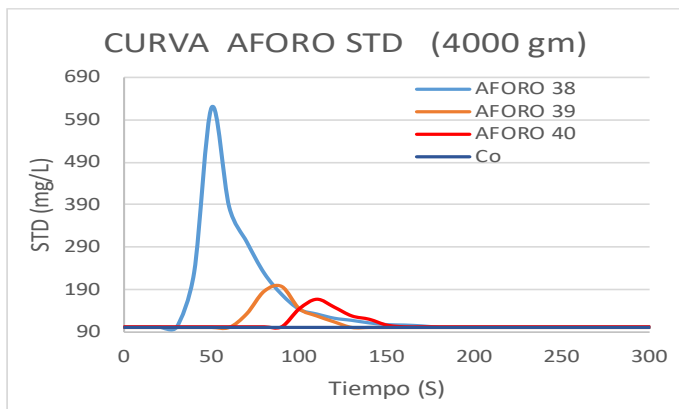


Tabla 73. Aforo Químico 41 Q. La Seca Salida C. N°8

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2
 PESO TRAZ. (gr) : 60 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 20000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 6

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	555,4	240	
2	20	10	118	86,26	48	862,6	1057,6	1065	
3	30	10	235	125,26	165	1252,6	1010,35	900	
4	40	10	85	76,81	15	768,1	531,75	95	
5	50	10	74	29,54	4	295,4	277,7	20	
6	60	10	70	26	0	260	260	0	
7	70	10	70	26	0	260	254,1	0	
8	80	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
9	90	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
10	100	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =							232	9.655,5	2.320,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C + dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 27,12 L/s
 STD : 25,83 L/s

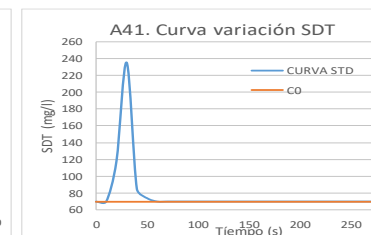
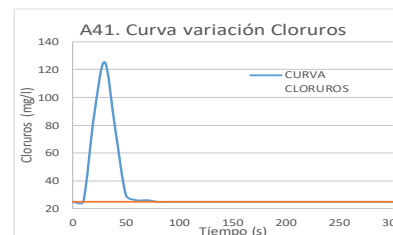


Figura 45. Graficas Aforo Químico 41 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 74. Aforo Químico 42-43 Q. La Seca Salida C. N°8

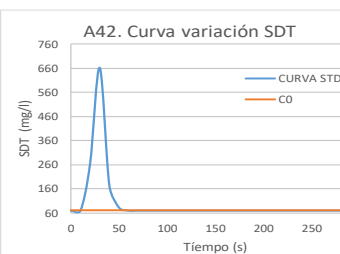
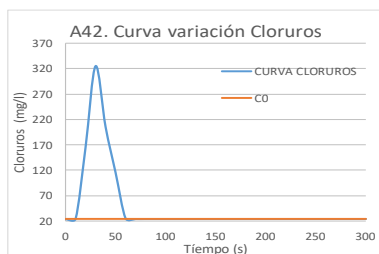
AFORO QUIMICO N° 42

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/
 PESO TRAZ. (gr) : 150 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 50000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 6

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	70	24,82	0	248,2	951,25	980
2	20	10	266	165,43	196	1654,3	2451,95	3945
3	30	10	663	324,96	593	3249,6	2652,85	3485
4	40	10	174	205,61	104	2056,1	1607,05	585
5	50	10	83	115,8	13	1158	709	65
6	60	10	70	24,82	0	260	254,1	0
7	70	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
8	80	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
9	90	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
10	100	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
30	300	10	70	24,82	0	248,2	124,1	
Σ =				906	14.583,0	14.707,1	9.060,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 21,01 L/s
 STD : 16,55 L/s



AFORO QUIMICO N° 43

UBICACION : San Cayetano, N. de S. CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/
 PESO TRAZ. (gr) : 300 VOL. (litros) : 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 100000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m) : 6

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	70	24,82	0	248,2	2014,75	6870
2	20	10	1444	378,13	1374	3781,3	3633,6	9415
3	30	10	579	348,59	509	3485,9	3237,75	3105
4	40	10	182	298,96	112	2989,6	2428,3	705
5	50	10	99	186,7	29	1867	1683,85	200
6	60	10	81	150,07	11	1500,7	886,25	75
7	70	10	74	27,18	4	271,8	260	25
8	80	10	71	24,82	1	248,2	248,2	5
9	90	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
10	100	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
30	300	10	70	24,82	0	248,2		
Σ =				2.040	19.853,1	19.853,1	20.400,0	

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 24,17 L/s
 STD : 14,70 L/s

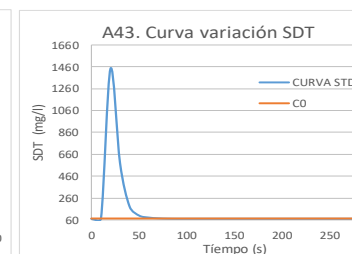
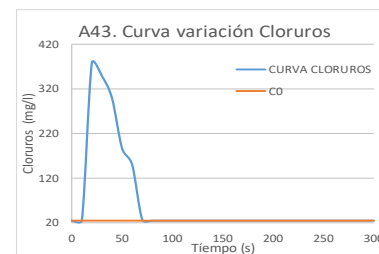


Figura 46. Graficas Aforo Químico 42-43 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 75. Aforo Químico 44-45 Q. La Seca Salida C. N°8

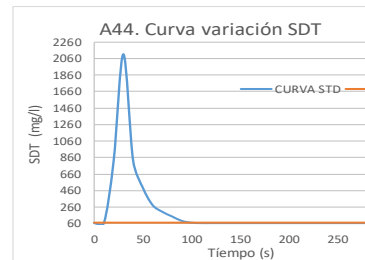
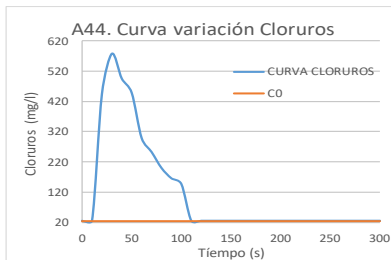
AFORO QUIMICO N° 44

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 20000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 6

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	2351,55	3760	
2	20	10	822	445,49	752	4454,9	5122,55	13980	
3	30	10	2114	579,02	2044	5790,2	5376,6	14015	
4	40	10	829	496,3	759	4963	4726,65	5940	
5	50	10	499	449,03	429	4490,3	3739,95	3240	
6	60	10	289	298,96	219	2989,6	2759,2	1780	
7	70	10	207	252,88	137	2528,8	2262,9	1090	
8	80	10	151	199,7	81	1997	1825,65	540	
9	90	10	97	165,43	27	1654,3	1559,8	160	
10	100	10	75	146,53	5	1465,3	856,75	25	
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =						4.453	35.545,6	35.545,6	44.530,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 21,35 L/s
SDT : 13,47 L/s



AFORO QUIMICO N° 45

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/20
 PESO TRAZ. (gr) : 60 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 20000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 20

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	26	0	260	336,8	45	
6	60	10	79	41,36	9	413,6	472,7	270	
7	70	10	115	53,18	45	531,8	502,25	340	
8	80	10	93	47,27	23	472,7	425,4	160	
9	90	10	79	37,81	9	378,1	348,6	65	
10	100	10	74	31,91	4	319,1	289,55	30	
11	110	10	72	26	2	260	254,1	10	
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =						92	8.343,9	8.343,9	920,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 66,74 L/s
SDT : 65,14 L/s

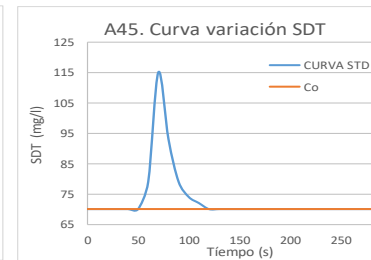
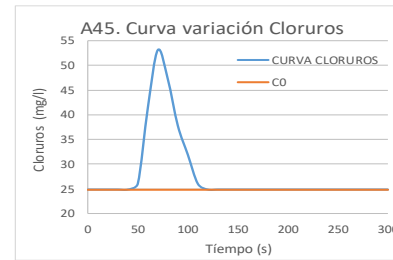


Figura 47. Graficas Aforo Químico 44-45 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 76. Aforo Químico 46-47 Q. La Seca Salida C. N°8

AFORO QUIMICO N° 46

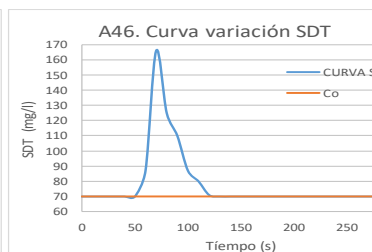
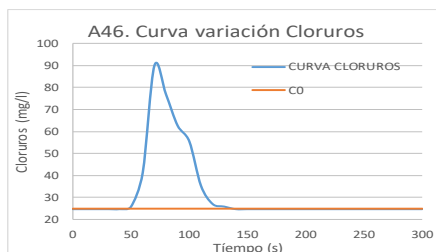
UBICACION : San Cayetano, N. de S.
 PESO TRAZ. (gr) : 150
 C_1 (mg/l) : 50000
 Distan. muestreo (m): 20

CORRIENTE : Quebrada la Seca
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 12/12/
 C_0 (mg/l) : 70
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	254,1	0	
5	50	10	70	26	0	260	336,8	85	
6	60	10	87	41,36	17	413,6	655,85	565	
7	70	10	166	89,81	96	898,1	833,1	755	
8	80	10	125	76,81	55	768,1	697,2	475	
9	90	10	110	62,63	40	626,3	590,85	285	
10	100	10	87	55,54	17	555,4	454,95	135	
11	110	10	80	35,45	10	354,5	313,15	55	
12	120	10	71	27,18	1	271,8	265,9	5	
13	130	10	70	26	0	260	254,1	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2			
$\Sigma =$						236	9.620,0	9.620,0	2.360,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 68,96 L/s
 SDT : 63,53 L/s



AFORO QUIMICO N° 47

UBICACION : San Cayetano, N. de S.
 PESO TRAZ. (gr) : 300
 C_1 (mg/l) : 100000
 Distan. muestreo (m): 20

CORRIENTE : Quebrada la Seca
 VOL. (litros): 3
 INTERVALO t (s) : 10
 FECHA : 12/12/20
 C_0 (mg/l) : 70
 TIEMPO (T) : 300

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
6	60	10	76	147,71	6	1477,1	1861,15	1495	
7	70	10	363	224,52	293	2245,2	2144,75	2515	
8	80	10	280	204,43	210	2044,3	1742,95	1720	
9	90	10	204	144,16	134	1441,6	1223	1010	
10	100	10	138	100,44	68	1004,4	768,1	545	
11	110	10	111	53,18	41	531,8	502,25	345	
12	120	10	98	47,27	28	472,7	443,15	245	
13	130	10	91	41,36	21	413,6	336,8	105	
14	140	10	70	26	0	260	254,1	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2			
$\Sigma =$						801	15.102,9	15.102,9	8.010,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 39,17 L/s
 SDT : 37,44 L/s

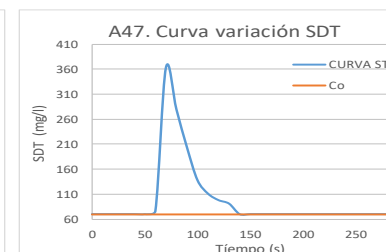
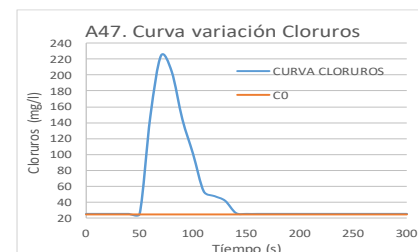


Figura 48. Graficas Aforo Químico 46-47 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 77. Aforo Químico 48-49 Q. La Seca Salida C. N°8

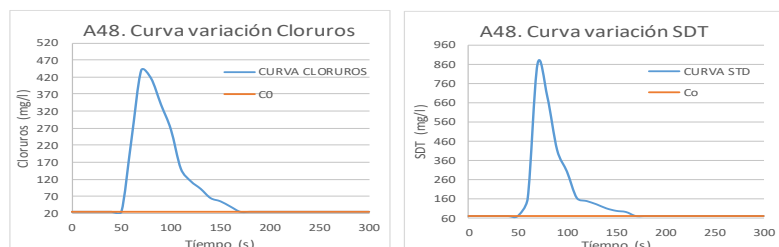
AFORO QUIMICO N° 48

UBICACION : San Cayetano, N. de : CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 20

MUESTRA	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	1288,05	450	
6	60	10	160	232,79	90	2327,9	3361,85	4395	
7	70	10	859	439,58	789	4395,8	4277,65	7050	
8	80	10	691	415,95	621	4159,5	3775,45	4820	
9	90	10	413	339,14	343	3391,4	3025,1	2870	
10	100	10	301	265,88	231	2658,8	2085,65	1625	
11	110	10	164	151,25	94	1512,5	1329,35	860	
12	120	10	148	114,62	78	1146,2	1033,95	695	
13	130	10	131	92,17	61	921,7	785,8	505	
14	140	10	110	64,99	40	649,9	602,65	335	
15	150	10	97	55,54	27	555,4	478,6	240	
16	160	10	91	40,18	21	401,8	325	105	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =							2.395	26.836,7	23.950,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 30,94 L/s
SDT : 25,05 L/s



AFORO QUIMICO N° 49

UBICACION : San Cayetano, N. de : CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2021
 PESO TRAZ. (gr) : 60 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 20000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 25

MUESTRA	TIEMPO (s)	Δt (s)	STD (mg/l)	CLORUROS (mg/l)	SDT - SDT ₀ (mg/l)	C x Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
6	60	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
7	70	10	70	24,82	0	248,2	283,65	25	
8	80	10	75	31,91	5	319,1	401,8	140	
9	90	10	93	48,45	23	484,5	460,85	210	
10	100	10	89	43,72	19	437,2	407,65	165	
11	110	10	84	37,81	14	378,1	336,75	115	
12	120	10	79	29,54	9	295,4	271,8	45	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =							70	8.119,3	700,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 89 L/s
SDT : 85,61 L/s

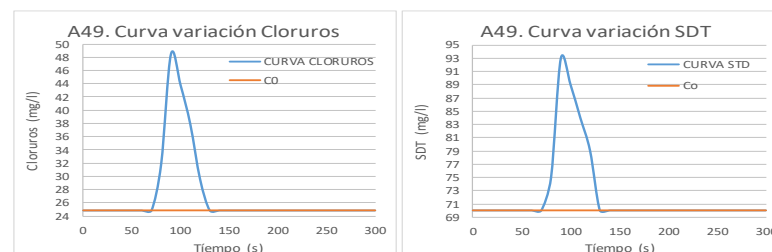


Figura 49. Graficas Aforo Químico 48-49 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 78. Aforo Químico 50-51 Q. La Seca Salida C. N°8

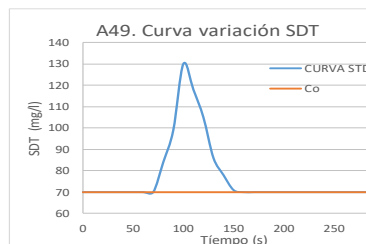
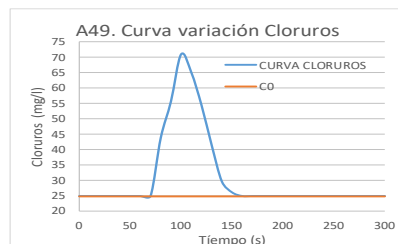
AFORO QUIMICO N° 50

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2
 PESO TRAZ. (gr) : 150 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 50000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 25

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
6	60	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
7	70	10	70	24,82	0	248,2	342,7	70
8	80	10	84	43,72	14	437,2	496,3	215
9	90	10	99	55,54	29	555,4	632,2	445
10	100	10	130	70,9	60	709	679,45	540
11	110	10	118	64,99	48	649,9	596,75	415
12	120	10	105	54,36	35	543,6	478,6	255
13	130	10	86	41,36	16	413,6	354,5	120
14	140	10	78	29,54	8	295,4	277,7	45
15	150	10	71	26	1	260	254,1	5
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
30	300	10	70	24,82	0	248,2		
				Σ =	211	9.324,5	9.324,5	2.110,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 79,81 L/s
SDT : 71,06 L/s



AFORO QUIMICO N° 51

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2
 PESO TRAZ. (gr) : 300 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 100000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 25

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapezios	
							Cloruros	STD
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
6	60	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
7	70	10	70	24,82	0	248,2	313,15	95
8	80	10	89	37,81	19	378,1	632,2	500
9	90	10	151	88,63	81	886,3	1087,15	1070
10	100	10	203	128,8	133	1288	1305,75	1440
11	110	10	225	132,35	155	1323,5	1240,75	1390
12	120	10	193	115,8	123	1158	1022,15	1010
13	130	10	149	88,63	79	886,3	839	660
14	140	10	123	79,17	53	791,7	709	480
15	150	10	113	62,63	43	626,3	537,65	360
16	160	10	99	44,9	29	449	407,65	230
17	170	10	87	36,63	17	366,3	307,25	85
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0
30	300	10	70	24,82	0	248,2		
				Σ =	732	13.117,5	13.117,5	7.320,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 52,88 L/s
SDT : 40,97 L/s

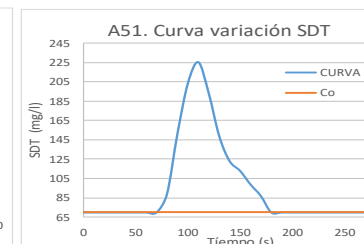
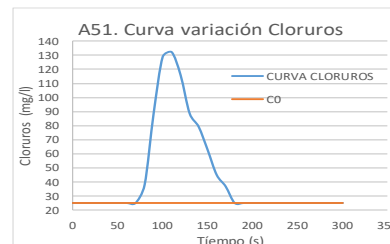


Figura 50. Graficas Aforo Químico 50-51 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 79. Aforo Químico 52-53 Q. La Seca Salida C. N°8

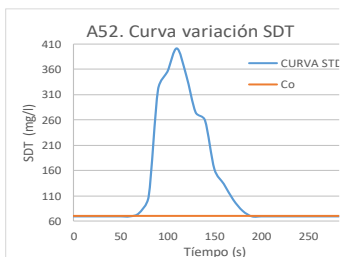
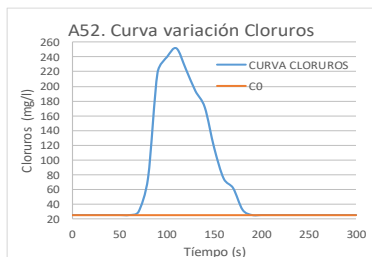
AFORO QUIMICO N° 52

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2017
 PESO TRAZ. (gr) : 600 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 200000 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 25

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C × Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
6	60	10	70	24,82	0	248,2	271,8	35	
7	70	10	77	29,54	7	295,4	525,85	230	
8	80	10	109	75,63	39	756,3	1471,2	1445	
9	90	10	320	218,61	250	2186,1	2292,45	2675	
10	100	10	355	239,88	285	2398,8	2457,9	3080	
11	110	10	401	251,7	331	2517	2375,2	3045	
12	120	10	348	223,34	278	2233,4	2085,65	2415	
13	130	10	275	193,79	205	1937,9	1825,65	1970	
14	140	10	259	171,34	189	1713,4	1435,7	1410	
15	150	10	163	115,8	93	1158	951,25	785	
16	160	10	134	74,45	64	744,5	679,5	485	
17	170	10	103	61,45	33	614,5	466,8	220	
18	180	10	81	31,91	11	319,1	283,65	55	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2			
				Σ =		1.785	21.342,0	21.342,0	17.850,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 43,17 L/s
SDT : 33,61 L/s



AFORO QUIMICO N° 53

UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/2017
 PESO TRAZ. (gr) : 25 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 8333,3 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 6

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C × Δt (5X3)	Area bajo la curva por trapezios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	330,9	60	
2	20	10	82	41,36	12	413,6	472,7	275	
3	30	10	113	53,18	43	531,8	437,25	260	
4	40	10	79	34,27	9	342,7	301,35	45	
5	50	10	70	26	0	260	254,1	0	
6	60	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
7	70	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
8	80	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
9	90	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
10	100	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2			
				Σ =		64	8.001,3	8.001,3	640,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 44,89 L/s
SDT : 38,95 L/s

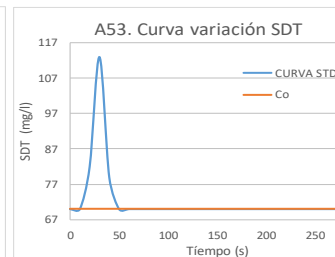
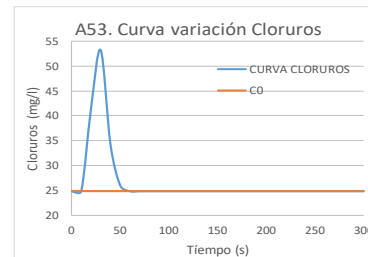


Figura 51. Graficas Aforo Químico 52-53 Q. La Seca Salida C. N°8

Tabla 80. Aforo Químico 54-55 Q. La Seca Salida C. N°8

AFORO QUIMICO N° 54
 UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/20
 PESO TRAZ. (gr) : 25 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 8333,3 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 20

AFORO QUIMICO N° 55
 UBICACION : San Cayetano, N. de S CORRIENTE : Quebrada la Seca FECHA : 12/12/20
 PESO TRAZ. (gr) : 25 VOL. (litros): 3 C₀ (mg/l) : 70
 C₁ (mg/l) : 8333,3 INTERVALO t (s) : 10 TIEMPO (T) : 300
 Distan. muestreo (m): 25

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	283,65	25	
6	60	10	75	31,91	5	319,1	336,8	100	
7	70	10	85	35,45	15	354,5	342,7	125	
8	80	10	80	33,09	10	330,9	313,15	75	
9	90	10	75	29,54	5	295,4	289,5	30	
10	100	10	71	28,36	1	283,6	265,9	5	
11	110	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
12	120	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =							36	7.788,5	360,0

MUESTRA (1)	TIEMPO (s) (2)	Δt (s) (3)	STD (mg/l) (4)	CLORUROS (mg/l) (5)	SDT - SDT ₀ (mg/l) (6)	C x Δt (5X3) (7)	Area bajo la curva por trapecios		
							Cloruros	STD	
0	0	0	70	24,82	0	0	248,2	0	
1	10	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
2	20	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
3	30	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
4	40	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
5	50	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
6	60	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
7	70	10	70	24,82	0	248,2	254,1	10	
8	80	10	72	26	2	260	283,6	35	
9	90	10	75	30,72	5	307,2	342,65	90	
10	100	10	83	37,81	13	378,1	348,6	105	
11	110	10	78	31,91	8	319,1	307,25	60	
12	120	10	74	29,54	4	295,4	271,8	20	
13	130	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
14	140	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
15	150	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
16	160	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
17	170	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
18	180	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
19	190	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
20	200	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
21	210	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
22	220	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
23	230	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
24	240	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
25	250	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
26	260	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
27	270	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
28	280	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
29	290	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
30	300	10	70	24,82	0	248,2	248,2	0	
Σ =							32	7.764,8	320,0

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 72,78 L/s
 SDT : 69,25 L/s

$$Q = \frac{V * (C_1 - C_0)}{\int_0^T C * dt - C_0 * T}$$

CLORUROS : 78,19 L/s
 SDT : 77,91 L/s

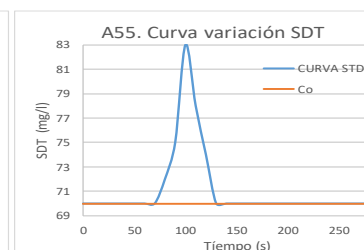
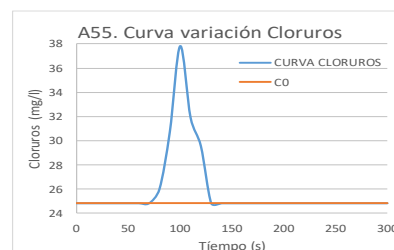
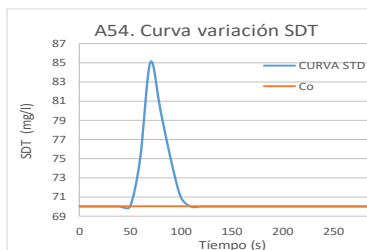
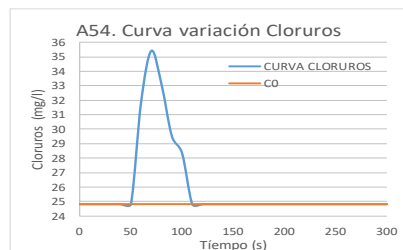
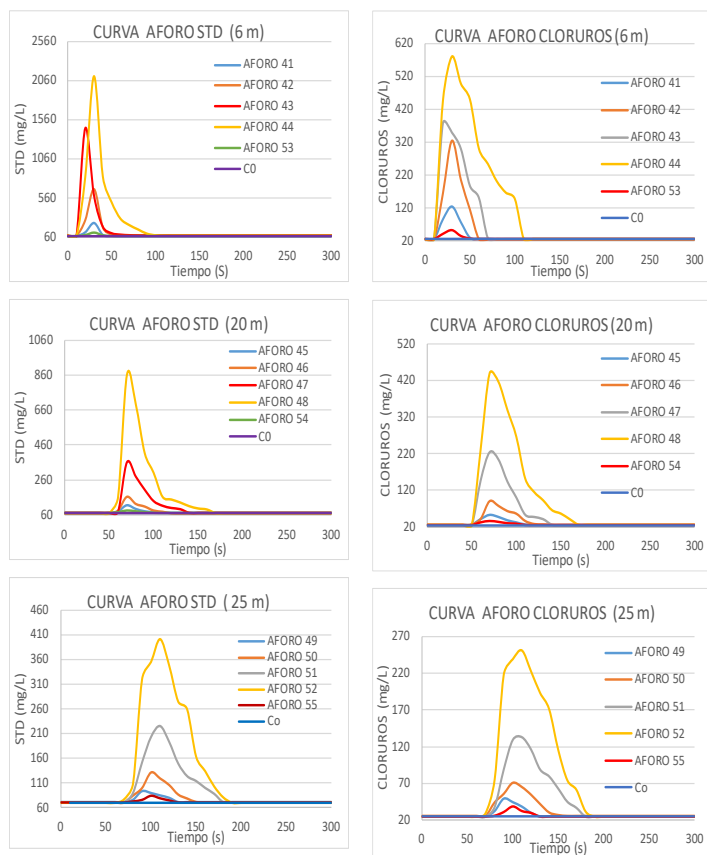


Figura 52. Graficas Aforo Químico 54-55 Q. La Seca Salida C. N°8

Comparación curva con diferentes concentraciones de trazador a una misma distancia



Comparación curva a diferentes distancias de muestreo con una misma concentración

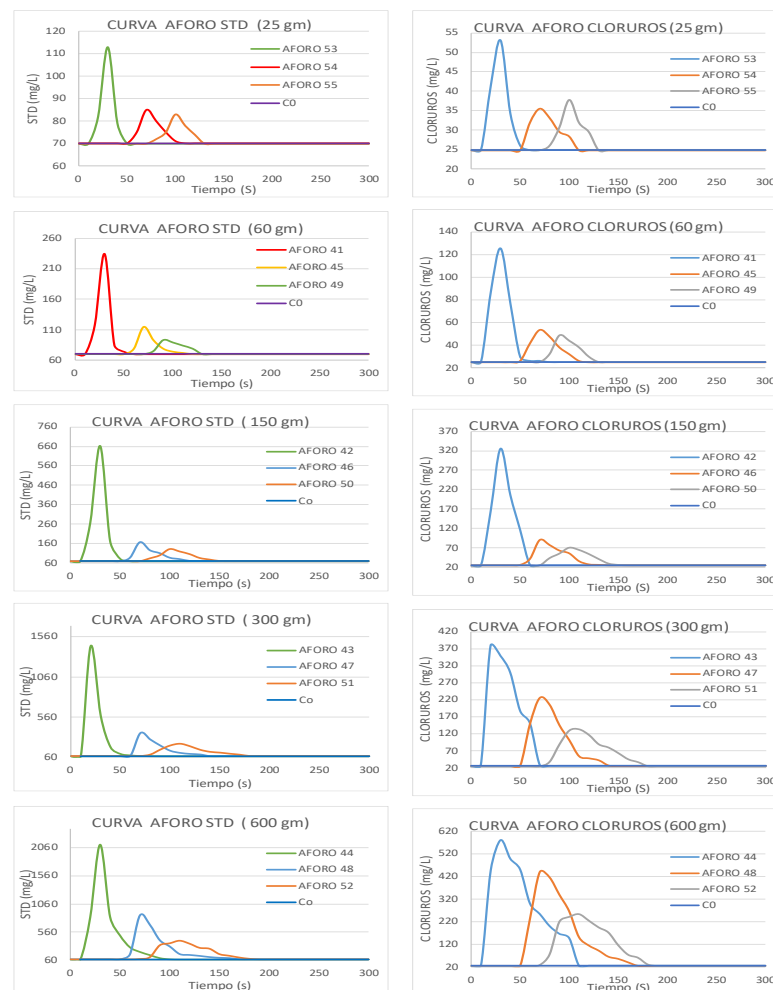


Figura 53. Graficas curva con Diferentes Concentraciones - Iguales Distancia -

ANEXO 5.REGISTRO FOTOGRAFICO

Aforo con Agente Químico



Figura 54. Selección del tramo a estudiar



Figura 55. Preparación de la mezcla trazadora



Figura 56. Aforo de control 1. (volumétrico).



Figura 57. Aforo de control 2. (Flotador).



Figura 58. Punto de muestreo aforo químico.



Figura 59. Determinación de cloruros.



Canal Distrito de Riego de Ábrego
Norte de Santander



REGISTRO FOTOGRAFICO

REGISTRO FOTOGRAFICO
Aforo con Agente Químico



Figura 60. Selección del tramo a estudiar



Figura 61. Preparación mezcla trazadora



Figura 62. Aforo de control 1. (vertedero).



Figura 63. Aforo de control 2. (Flotador).



Figura 64. Fabricación vertedero rectangular.



Figura 65. Determinación de cloruros.



Quebrada La Seca
San Cayetano
Norte de Santander



REGISTRO FOTOGRAFICO

REGISTRO FOTOGRAFICO
Aforo con Agente Químico



Figura 66. Selección del tramo a estudiar



Figura 67. Preparación mezcla trazadora



Figura 68. Aforo de control. (Flotador).



Figura 69. Punto de inyección instantánea



Figura 70. Punto de muestreo-Conductímetro



Figura 71. Aforo con agente trazador.



Quebrada Tonchalá
Carme de Tonchalá
Norte de Santander



REGISTRO FOTOGRAFICO

REGISTRO FOTOGRAFICO
Aforo con Agente Químico



Figura 72. Selección del tramo a estudiar

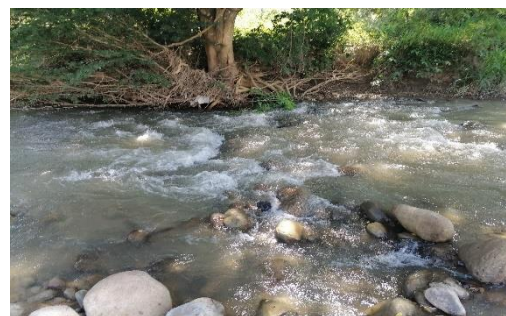


Figura 73. Se garantiza turbulencia en la corriente



Figura 74. Selección del tramo para aforo con flotador



Figura 75. Punto de muestreo e inyección instantánea



Figura 76. Alistamiento del agente trazador.



Figura 77. Determinación de cloruros.



Quebrada Cuperena
Zulia
Norte de Santander



REGISTRO FOTOGRÁFICO

