

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Plan de Tesis titulado:

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO  
DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO  
AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Realizado por:

**DANIELA KARINA MENCÍAS IBADANGO**

Director del proyecto:

**MIGUEL MARTÍNEZ – FRESNEDA MESTRE**

Como requisito para la obtención del título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA**

**Quito, 11 de Agosto de 2015**



## DECLARACION JURAMENTADA

Yo, MENCÍAS IBADANGO DANIELA KARINA con cédula de identidad 171798384-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Daniela Mencías Ibadango

C.I.: 171798384-3

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Realizado por:

**DANIELA KARINA MENCÍAS IBADANGO**

Como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA**

Ha sido dirigido por el profesor

**MIGUEL MARTÍNEZ - FRESNEDA MESTRE**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor



Miguel Martínez - Fresneda

**DIRECTOR**



## **LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los profesores informantes:

**FABIO VILLALBA**

**CARLOS ORDOÑEZ**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador

**Fabio Villalba**

**Carlos Ordoñez**

Quito, 11 de Agosto de 2015



## **DEDICATORIA**

Dedico el éxito y satisfacción de ésta  
investigación a mis padres Fabiola y Marco,  
su gran ejemplo de trabajo, dedicación y  
perseverancia son la motivación de mi vida.

Los amo.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por ser la fuerza superior y cuidar mi camino.

A mis padres por su apoyo y amor incondicional.

Mi agradecimiento profundo a la Universidad Internacional SEK, a mis profesores y en especial a Miguel Martínez por su acertada dirección para el desarrollo de esta investigación.

Un agradecimiento especial a la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego El Pisque y al Ing. Santiago Duque por la confianza y ayuda prestada durante la realización de este trabajo.

Un especial reconocimiento al Met. Carlos Naranjo y al Laboratorio de Calidad de Aguas y Sedimentos del INAMHI por la oportunidad y colaboración brindada.

Al Dr. Yamil Cartagena por sus valiosos aportes científicos e interés en este trabajo.

A mis amigas más queridas que de una u otra forma aportaron su granito de arena.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.4. OBJETIVO GENERAL.....	10
1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	11
<b>CAPÍTULO II – MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA .....	14
2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA .....	17
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	17
2.3.1. Calidad de agua para regadío .....	17
2.3.2. Contaminación del agua.....	18
2.3.3. Agricultura de regadío .....	18
2.3.4. Infiltración.....	18

<b>CAPÍTULO III - METODOLOGÍA .....</b>	<b>19</b>
3.1. NIVEL DE ESTUDIO .....	19
3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	19
3.2.1. Campo .....	19
3.2.2. Laboratorio.....	20
3.2.3. Documental .....	20
3.3. MÉTODO.....	21
3.3.1. Método Hipotético – Deductivo.....	21
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	21
3.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	22
3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS .....	25
3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	25
<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	27
4.1.1. Ubicación .....	27
4.1.2. Clima.....	29
4.1.3. Formaciones ecológicas .....	32
4.1.4. Suelos.....	36
4.1.5. Aptitud agrícola.....	40
4.1.6. Uso y cobertura del suelo.....	42
4.1.7. Población.....	44
4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE MUESTREO .....	45
4.3. VERIFICACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS.....	49
4.3.1. Suma de aniones y cationes .....	49
4.3.2. Relación de la conductividad eléctrica con el contenido de cationes /aniones .....	50

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

4.4.	DISTRIBUCIÓN DE ANIONES Y CATIONES .....	51
4.5.	CRITERIOS E ÍNDICES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO.....	59
4.5.1.	Metodología de Palacios y Aceves para determinar la calidad del agua para riego ..	60
4.5.2.	Metodología de Richards (Riverside) para determinar el grado de salinidad de las aguas .....	72
4.5.3.	Metodología de Ayers y Westcott (FAO) para determinar la salinidad del agua .....	77
4.5.4.	Criterios de calidad de agua para uso agrícola o riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana.....	84
4.5.5.	Propiedades físicas de los suelos .....	87
4.5.6.	Infiltración del agua en los suelos agrícolas .....	91
4.6.	MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE.....	95
<b>CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>103</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	103
5.2.	RECOMENDACIONES .....	104
<b>CAPÍTULO VI - BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>114</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 1. Metodología para el análisis químico de aguas. ....	24
Tabla 2. Metodología de análisis físico de suelos. ....	24
Tabla 3. Estaciones meteorológicas referenciales para el área de estudio.....	29
Tabla 4. Órdenes de suelo en el Sistema de Riego El Pisque. ....	36
Tabla 5. Aptitud de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	40
Tabla 6. Uso y cobertura de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	42
Tabla 7. Población del Sistema de Riego El Pisque. ....	44
Tabla 8. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de aguas en el Sistema de Riego El Pisque.....	46
Tabla 9. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de suelos e infiltración en el Sistema de Riego El Pisque .....	47
Tabla 10. Porcentajes permisibles de diferencia en los resultados analíticos para la suma de aniones y cationes.....	49
Tabla 11. Comprobación de análisis por el método de la suma de aniones y cationes. ....	50
Tabla 12. Comprobación de resultados por el método de la conductividad eléctrica.....	51
Tabla 13. Calidad del agua en relación el porcentaje de saturación de oxígeno. ....	58
Tabla 14. Oxígeno disuelto del agua del Sistema de Riego El Pisque. ....	59
Tabla 15. Índices para determinar la calidad del agua para riego.....	60
Tabla 16. Clasificación del agua respecto a la conductividad eléctrica del extracto saturado. ....	61
Tabla 17. Conductividad eléctrica, grado de salinidad y electo en los cultivos de las aguas del Sistema de Riego El Pisque.....	62
Tabla 18. Clasificación del agua de riego según la salinidad efectiva .....	63

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Tabla 19.	Determinación de la salinidad efectiva en las aguas del Sistema de Riego El Pisque. ....	63
Tabla 20.	Clasificación del agua para riego según la salinidad potencial .....	64
Tabla 21.	Determinación de la salinidad potencial de las aguas del Sistema de Riego El Pisque. ....	64
Tabla 22.	Clasificación de las aguas de riego según la relación de adsorción de sodio.....	65
Tabla 23.	Relación de adsorción de sodio del agua del Sistema de Riego El Pisque.....	66
Tabla 24.	Clasificación de las aguas para riego de acuerdo al contenido de carbonato de sodio residual. ....	67
Tabla 25.	Carbonato de sodio residual del agua del Sistema de Riego El Pisque.....	67
Tabla 26.	Niveles tóxicos de iones específicos en las agua para riego.....	68
Tabla 27.	Riesgo de toxicidad por cloruro en plantas a diferentes niveles de cloruro en el agua de riego. ....	69
Tabla 28.	Nivel de elementos tóxicos para las plantas en el agua del Sistema de Riego El Pisque .....	70
Tabla 29.	Criterios de concentración de fosfatos y nitratos en el agua de riego .....	71
Tabla 30.	Nitratos y fosfatos en el agua del Sistema de Riego El Pisque. ....	72
Tabla 31.	Clasificación de las aguas para riego de acuerdo a su conductividad eléctrica.....	72
Tabla 32.	Clasificación del agua de riego en relación a su relación de adsorción de sodio.....	73
Tabla 33.	Clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo a la Norma de Riverside .....	77
Tabla 34.	Intervalos y categorías para la clasificación de aguas para riego de acuerdo a la salinidad .....	78
Tabla 35.	Relación de adsorción de sodio por el método FAO del agua del Sistema de Riego El Pisque. ....	79
Tabla 36.	Clasificación de las aguas de acuerdo al PSI.....	80
Tabla 37.	Porcentaje de sodio intercambiable de las aguas de Sistema de Riego el Pisque según su PSI. ....	80

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Tabla 38.	Clasificación del agua en estudio de acuerdo índice de Scott. ....	82
Tabla 39.	Interpretación de la dureza de las aguas.....	83
Tabla 40.	Dureza de las aguas del Sistema de Riego El Pisque. ....	84
Tabla 41.	Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana .....	85
Tabla 42.	Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana. ....	86
Tabla 43.	Clasificación textural de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	88
Tabla 44.	Humedad gravimétrica, volumétrica y densidad aparente de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	90
Tabla 45.	Clasificación de la velocidad de infiltración básica .....	92
Tabla 46.	Valores de velocidad de infiltración en función de la textura del suelo.....	92
Tabla 47.	Infiltración básica y textura del suelo del Sistema de Riego El Pisque.....	94
Tabla 48.	Impactos ambientales y medidas de mitigación durante la implementación, operación y mantenimiento de sistemas de riego .....	96

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Dimensiones y diseño del infiltrómetro de doble anillo.....	22
Figura 2. Ubicación del Sistema de Riego El Pisque.....	28
Figura 3. Temperatura promedio mensual del año 2015 y promedio de los años 1965 -2014 en la provincia de Pichincha.....	30
Figura 4. Precipitación promedio en la Región Interandina del año 1965 - 2014, promedio mensual en la provincia de Pichincha del año 2014 y requerimiento hídrico (cultivo maíz suave).....	31
Figura 5. Formaciones Ecológicas en el Sistema de Riego El Pisque. ....	35
Figura 6. Órdenes de suelos de El Sistema de Riego El Pisque.....	39
Figura 7. Aptitud Agrícola de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	41
Figura 8. Uso y cobertura de los suelos del Sistema de Riego El Pisque. ....	43
Figura 9. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en el Sistema de Riego El Pisque. ....	48
Figura 10. Composición iónica del agua para el primer muestreo en el Sistema de Riego El Pisque. ....	52
Figura 11. Composición iónica del agua para el segundo muestreo en el Sistema de Riego El Pisque.....	53
Figura 12. Composición iónica del agua para los dos muestreos utilizando el diagrama de Pípper – Hill - Langelier en Sistema de Riego El Pisque. ....	54
Figura 13. Perfil altitudinal de los puntos de muestreo y temperatura del agua del Sistema de Riego El Pisque. ....	55
Figura 14. Perfil del pH del agua del Sistema de Riego El Pisque. ....	56
Figura 15. Relación entre el pH y la proporción relativa de carbono inorgánico: $\text{CO}_2$ , $(\text{HCO}_3)^-$ y $(\text{CO}_3)^{2-}$ . ....	57
Figura 16. Perfil de la concentración de Oxígeno Disuelto en el agua del Sistema de Riego El Pisque.....	58

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Figura 17.	Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego .....	75
Figura 18.	Clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo a la Norma de Riverside en el primer y segundo muestreo .....	76
Figura 19.	Clase textural de un suelo de acuerdo al contenido de arena, limo o arcilla. ....	88

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Página</b>
Anexo A. Registro fotográfico - Prueba de Infiltración.....	114
Anexo B. Registro fotográfico - Toma de muestras de suelos .....	116
Anexo C. Registro fotográfico - Toma de muestras de agua.....	119
Anexo D. Reporte de laboratorio de análisis de suelos.....	124
Anexo E. Reporte de laboratorio de análisis de aguas.....	125
Anexo F. Criterios e índices de calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque .....	173
Anexo G. Resultados de la prueba de infiltración.....	176

## LISTA DE TABLAS DEL ANEXO

	<b>Página</b>
Tabla 49. Criterios e índices de calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque en el primer y segundo muestreo. ....	173
Tabla 50. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S1 .....	176
Tabla 51. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S2.....	177
Tabla 52. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S3.....	180
Tabla 53. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S4.....	182
Tabla 54. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S5.....	184
Tabla 55. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S6.....	186

## LISTA DE FIGURAS DEL ANEXO

	<b>Página</b>
Figura 20. Curvas de infiltración de las aguas según la textura del suelo. ....	93
Figura 21. Curva de infiltración del agua en el sitio S1R1, S1R2 Y S1R3. ....	177
Figura 22. Curva de infiltración del agua en el sitio S2R1, S2R2 Y S2R3. ....	179
Figura 23. Curva de infiltración del agua en el sitio S3R1, S3R2 Y S3R3. ....	181
Figura 24. Curva de infiltración del agua en el sitio S4R1, S4R2 Y S4R3. ....	183
Figura 25. Curva de infiltración del agua en el sitio S5R1, S5R2 Y S5R3. ....	185
Figura 26. Curva de infiltración del agua en el sitio S6R1, S6R2 y S6. ....	187

## **RESUMEN**

El Sistema de Riego El Pisque, ubicado en la provincia de Pichincha, inicia en el Río Guachalá, cantón Cayambe, la bocatoma se encuentra a 2700 m.s.n.m., conectando 200 km de canales secundarios y 300 km de canales terciarios. Este trabajo tuvo como objetivo el análisis de la calidad química del agua, propiedades físicas del suelo y la velocidad de infiltración. Para el estudio del agua se realizaron muestreos en cinco sitios y dos épocas, luego se realizaron análisis químicos (pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sulfatos, cloruros, sodio, potasio, magnesio, calcio, nitratos, fosfatos, carbonatos, bicarbonatos y boro). Para determinar las propiedades físicas del suelo y la velocidad de infiltración se efectuaron cinco muestreos de suelos en una época, en dos órdenes de suelos (Entisol y Mollisol). Los resultados obtenidos para la concentración iónica del agua que abastece y distribuye a los diferentes canales de riego en las parcelas agrícolas tuvieron una baja concentración de salina y sodio, por lo que no representó limitantes en su uso y se consideran de buena calidad. La velocidad de infiltración del agua en los sitios muestreados fue alta, debido a que se presentó cierta dominancia de arena y una alta densidad aparente. Al finalizar esta investigación se recomienda el establecimiento de políticas de prevención, control y mitigación de riesgos ambientales durante la implantación, operación y mantenimiento del sistema del riego.

**Palabras clave:** Calidad del agua, concentración iónica y velocidad de infiltración.

## **ABSTRACT**

The Irrigation System El Pisque is located in the province of Pichincha. It begins in the Rio Guachalá, Cayambe city, where the intake is located at 2700 meters, 200 km of secondary channels and 300 km of tertiary canals are connected to the intake. The objective of this study is analyzing and determining the water quality, physical properties and the infiltration speed in agricultural soils. For the analysis of the water, samples were taken at five locations and two times each one, then chemical analyzes were performed (pH, conductivity, dissolved oxygen, sulfates, chlorides, sodium, potassium, magnesium, calcium, nitrates, phosphates, carbonates, bicarbonates and boron). To determine the physical properties of the soil and the infiltration speed five soil samples were taken at a time in two soil orders (Entisol and Mollisol). The results obtained for the ionic concentration of water that supplies and its distribution to the different channels of irrigation in agricultural, indicates a low concentration of salt and sodium, so it did not represent limitations in their use and are considered of good quality. The speed of water infiltration at the study sites was high, because it presented a certain dominance of sand and a high bulk density. Finally, by considering the completion of this investigation, the study recommends the establishing of policies in order to prevent, control and mitigation of environmental risks during implementation, operation and maintenance of the irrigation system is recommended.

**Keywords:** water quality, ionic concentration, infiltration speed.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La sobre explotación de los recursos naturales, a causa de los modelos de desarrollo económico y social que la humanidad ha aplicado en los últimos años, ha provocado entre otros problemas, una mayor presión hacia el acceso a la tierra y la lucha por el derecho al uso del agua para la agricultura por parte de las familias campesinas (FAO, 2002).

En el Ecuador, la ausencia de políticas redistributivas que garanticen dicho acceso, ha provocado que las tierras comunales de la serranía, en particular los páramos, estén ocupados para labores agrícolas (Zapata & Gasselin, 2005).

Conforme se han alterado los suelos y los ecosistemas de páramo han perdido espacio, los beneficios ambientales que nos ofrecen se han deteriorado, con esto la capacidad de almacenamiento y regulación de los flujos de agua en cantidad y calidad están decreciendo, así como el almacenamiento de carbono atmosférico que ayuda a disminuir los efectos del calentamiento global (Greenpeace, 2013).

Al norte de la provincia de Pichincha, se encuentra ubicado dentro de un valle interandino, entre los 2820 y 2430 m.s.n.m., formado por sedimentos fluvio-volcánicos, el Sistema de Riego El Pisque, donde las actividades agropecuarias son la base de la economía, por lo que el abastecimiento y la calidad de agua son factores relevantes para la sustentabilidad de la población (Crespo & Jácome , 2005).

De acuerdo con el Gobierno Provincial de Pichincha (2013), el 45% de las captaciones de riego se ubican dentro del área cultivada, por lo que están expuestos a contaminación por la presencia de residuos de pesticidas y agroquímicos, mientras que el 35% de las captaciones están por debajo de los 2.800 m.s.n.m., es decir aguas abajo de los principales centros poblados de las provincia. Los sistemas de alimentación del agua para riego reciben una fuerte contaminación por la descarga de las aguas residuales sin tratamiento (Sánchez, 2014).

Los cultivos requieren diferentes cantidades y calidades de agua, así como condiciones físico-químicas del suelo para obtener los mejores rendimientos. La calidad del agua puede variar de acuerdo al tipo y cantidad de sales disueltas en ella, por lo general dependen de los procesos de intemperización de las rocas y de la disolución de minerales de la corteza terrestre (Lomelí, 2009).

Con esta investigación se busca demostrar la limitación que puede resultar al definir la calidad de las aguas para riego desde las características físico-químicas y cómo esto puede limitar una gestión eficiente y sustentable de los recursos hídricos y edáficos.

## **1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

A nivel mundial, el agua es el principal recurso para la producción agrícola, mejorar su productividad, diversificar la producción y asegurar una producción previsible (FAO, 2002).

El rápido crecimiento poblacional y de las actividades económicas, significan una mayor demanda de alimentos que han conducido al crecimiento de la superficie agrícola y a la intensificación de la producción.

## **“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

La agricultura de regadío intensivo mejora sustantivamente la producción, pero su impacto ambiental puede ser negativo cuando no se maneja correctamente, la sobre explotación de los recursos hídricos implica que la agricultura constituye una de las principales fuentes de contaminación (Fernández et.al., 2009).

Para la producción de alimentos, el hombre aprovecha principalmente algunas fuentes de agua: la proveniente de precipitaciones en sus distintas formas, el agua no salina de superficie (ríos, arroyos, lagos y lagunas) y algunas fuentes de agua subterránea. Todas ellas están interrelacionadas entre sí dentro del ciclo del agua, y son de disponibilidad limitada; de este modo, queda definido un aspecto que evidencia la importancia de establecer condiciones para el uso sustentable (Sferir, 2013).

La expansión de la producción de maíz, soja, caña de azúcar y otros cultivos, para la producción de biocombustibles impactará en la cantidad y calidad de agua disponible, debido al alto requerimiento de agua para los cultivos y el incremento en el uso de agroquímicos (Varghese, 2009). Finalmente los efectos del cambio climático pueden suponer una reducción en la cantidad de agua disponible y, a su vez, un aumento de las necesidades hídricas del sector agrícola (Corderi, 2011).

Sin embargo no bastan solamente volúmenes adecuados de agua para el desarrollo de agricultura, es necesario que el agua posea una calidad acorde con los límites máximos establecidos por ley en cuanto a su composición química, biológica y física. Considerando que el agua es un insumo dentro del proceso productivo agrícola, el empleo de aguas de suficiente calidad para regadío, permite generar condiciones para el desarrollo de una agricultura sostenible en el tiempo, que le permite ser rentable y competitiva, con capacidad para adaptarse al proceso de apertura e inserción en la economía internacional (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2006).

Las aguas dulces, principalmente en las partes altas de las cuencas hidrográficas sirven, con excesiva frecuencia, como vía de evacuación de los productos no utilizables procedentes de actividades domésticas, industrias y agricultura (Reina & Soto, 2012). Las variaciones en la cantidad de agua de riego producen sobre-explotación de acuíferos, erosión y/o anegamiento. Por otra parte, la calidad del agua utilizada puede producir salinización, sodificación, contaminación de suelos y aguas subterráneas, y toxicidad para los cultivos.

Dado que el agua es necesaria para la vida, es importante preservar su calidad, para lo cual es necesario detectar su estado físico, químico y bacteriológico y las posibles fuentes de contaminación puntuales y difusas que permitan determinar su incidencia sobre el medio receptor, para saber después qué medidas conviene adoptar.

Establecer responsabilidad de los diferentes actores asociados al manejo y uso del agua, forma parte del establecimiento de nuevas políticas y acciones que permitan una gestión sostenible en el sector agrícola (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2006); de tal manera que se pueda garantizar el acceso al agua como derecho y su redistribución equitativa dando prioridad al consumo humano, seguido el riego para garantizar la soberanía alimentaria y por último el mantenimiento del caudal ecológico y demás actividades productivas (Asamblea Nacional, 2013).

#### **1.1.1.1. Diagnóstico del problema**

Para el desarrollo del riego agrícola es importante considerar el problema de la disponibilidad de agua, como el de calidad de la misma. Respecto de la cantidad de agua existen varias evidencias de su disminución, provocada por una mayor demanda para distintos usos: minería, industria, consumo humano, y otros; sin embargo esto contribuye a la problemática

de la contaminación, que lleva a la reducción real de las posibilidades de uso y aprovechamiento.

Isch et. al. (2001) mencionan que, la mayoría de los cauces de agua del Ecuador, debajo de los 2000 m.s.n.m. tienen baja calidad, producto de distintas actividades, las evidencias son la acumulación de sedimentos, variación en la composición química en ciertos tramos de los cursos de agua producto de la descarga de agua servidas de centros poblados e industriales, áreas de explotación y procesamiento de hidrocarburos, productos mineros y grandes zonas agrícolas.

Las actividades agropecuarias con elevado uso de agroquímicos, para controlar plagas, enfermedades, deficiencias nutricionales, se convierte en un factor clave de la contaminación de las fuentes hídricas, ya que los residuos de estas sustancias, se depositan en las aguas superficiales y subterráneas; generalmente debido a la falta de conocimiento o conciencia de los agricultores y productores, que no cuenta normas y medidas de seguridad.

En el Ecuador existen varios tipos de sistemas de riego, clasificados por el tipo de gestión que se realiza en cada uno de ellos. Los sistemas Comunitarios son aquellos conformados por pequeños y medianos agricultores y la gestión está liderada por todos los usuarios, los Públicos son aquellos que están a cargo de las Instituciones Públicas como la Secretaría Nacional del Agua, Subsecretaría de Riego y Drenaje del MAGAP, Gobiernos Autónomos Descentralizados y benefician a pequeños y medianos productores y los sistemas Privados donde la gestión del riego se encuentra en manos de empresas, haciendas, compañías beneficiando a medianos y grandes productores (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, 2011).

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

El área regada mediante estos sistemas corresponde a 18% con sistemas públicos, 28% con sistemas privados y 31% con sistemas comunitarios, el restante no se encuentra concesionado o registrado (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2000).

El canal de riego El Pisque, nace en el río Guachalá, constituido por 68 km de longitud sin revestimiento alguno, sus beneficiarios siembran cultivos de ciclo corto (maíz, papa, arveja, fréjol y hortalizas) y cada socio posee parcelas desde 250 a 3000 m<sup>2</sup> (El Pisque, 2013).

El agua llega contaminada desde Cayambe, debido al alto uso de agroquímicos de la floricultura presente en la zona, consecuentemente la disponibilidad del agua es menor para la agricultura familiar y la explotación de otros cultivos (Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha, 2012).

El agua es un factor estratégico para la producción agrícola dentro del Sistema de Riego El Pisque, debido a las condiciones climáticas que se presentan en la zona, ya que la agricultura de secano se torna vulnerable (precipitación de 92 mm promedio mensual - INAMHI, 2015), solamente para algunos cultivos y con ubicaciones especiales y limitadas se justifica este tipo de agricultura.

El sistema de riego por gravedad (surcos) en la zona El Pisque es predominante y la forma de distribución del agua está en función del suelo, tipo de cultivo y pendiente. En baja proporción se desarrolla el sistema de riego por aspersión, el mismo que, presenta varias ventajas al optimizar el uso del agua y la mano de obra, sin embargo posee un mayor costo de instalación y mantenimiento, por lo que es menos accesible para todos los usuarios de la Junta de Regantes.

### **1.1.1.2. Pronóstico**

Los ríos pueden transportar y asimilar parte de los residuos producidos a partir de fuentes puntuales, tales como descargas de aguas residuales domésticas e industriales y fuentes difusas como la escorrentía de las tierras agrícolas y áreas urbanas. De acuerdo con Herrera (2011), no todos los ríos poseen la misma capacidad de autodepuración, de forma tal que la calidad del agua dulce refleja los efectos de los procesos que suceden a lo largo de los cursos del agua incluyendo litología, aportes atmosféricos, condiciones climáticas y descargas antropogénicas. La contaminación de los ríos producto de las descargas tóxicas de aguas residuales con alto contenido de nutrientes es uno de los problemas principales de las cuencas hidrográficas en los países en vías de desarrollo (Herrera, 2011).

La situación de los recursos hídricos es crítica: la mayoría de los cursos de agua (ríos) se encuentran contaminados (Dirección Metropolitana de Medio Ambiente, 2006). En este contexto se espera que en el futuro exista un eventual desabastecimiento en los sistemas destinados al consumo humano y a la producción de alimentos, de esta forma la eficiencia de la producción de regadío será más costosa y menos accesible para los pequeños y medianos agricultores (PNUMA & FLACSO, 2011).

### **1.1.1.3. Control de pronóstico**

Mediante el análisis químico de las muestras de agua se podrá establecer la calidad del agua con aptitud para uso agrícola por parte de los miembros de la Junta de Regantes del Sistema de Riego El Pisque, además se determinará la velocidad de infiltración del agua dentro de los

suelos agrícolas del sistema, con estas determinaciones se planteará la implementación de un plan de manejo ambiental que incluya la adopción de técnicas de producción sostenible y control de la contaminación de las fuentes de agua para uso animal y humano.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la calidad del agua para riego, y cuál es la velocidad de infiltración del agua en los suelos agrícolas de influencia del Sistema de Riego El Pisque?

## **1.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la composición química del agua del Sistema de Riego El Pisque?

¿Tiene aptitud para riego agrícola el agua del Sistema de Riego El Pisque?

¿Cuál es la velocidad de infiltración del agua en los diferentes tipos de suelos del área agrícola del Sistema de Riego el Pisque?

## **1.4. OBJETIVO GENERAL**

- a) Determinar la calidad del agua y la velocidad de infiltración en los suelos del Sistema de Riego El Pisque.

## 1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar los parámetros: potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), Sulfatos [ $\text{SO}_4^{-2}$ ], Cloruros [ $\text{Cl}^-$ ], Sodio [ $\text{Na}^+$ ], Potasio [ $\text{K}^+$ ], Magnesio [ $\text{Mg}^{+2}$ ], Calcio [ $\text{Ca}^{+2}$ ], Nitratos [ $\text{NO}_3^-$ ], Fosfatos [ $\text{PO}_4^{-3}$ ], Carbonatos [ $\text{CO}_3^{-2}$ ], Bicarbonatos [ $\text{HCO}_3^-$ ] y Boro [ $\text{B}^{+3}$ ].
- b) Establecer la calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque mediante comparación con la norma vigente de calidad ambiental del recurso agua.
- c) Determinar la velocidad de infiltración por tipo de suelo en el Sistema de Riego El Pisque.
- d) Establecer el manejo ambiental del Sistema de Riego El Pisque para promover un correcto uso del agua para regadío.

## 1.6. JUSTIFICACIÓN

La agricultura depende de la disponibilidad de agua, la producción de alimentos bajo riego se aplica en el 20% de las cosechas, y genera el 40% del total de alimentos producidos y es responsable del uso del 70% de agua en el mundo, con una tendencia al alza ya que la producción global de alimentos se incrementa continuamente para atender una demanda siempre creciente (Fernandez, 2013).

La cuenca hidrográfica del río El Pisque, ha tenido en los últimos años que modificar su dinámica, con la incorporación de técnicas de producción intensiva. La presión de las poblaciones ha aumentado durante las últimas décadas en el área, ejerciendo una mayor presión hacia los páramos. Normalmente, las familias tienen un terreno pequeño, desde menos

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

de una a cinco hectáreas, donde se dedican al cultivo de productos agrícolas para autoconsumo (Roffler, 1997).

En la actualidad las zonas irrigadas del Ecuador presentan problemas ambientales, técnicos, económicos y sociales como erosión del suelo, modificación del flujo hídrico, alteración de la calidad y cantidad del agua, alteración de la cobertura vegetal, problemas de salud, asentamientos humanos no planificados, falta de créditos para el desarrollo agrícola, baja gestión organizacional, deterioro de la infraestructura de riego y la inadecuada operación y mantenimiento de los sistemas, reflejada en la baja producción y productividad (Subsecretaría de Riego y Drenaje, 2013).

La salinización y sodificación del suelo es uno de los efectos más importantes detectados en los suelos agrícolas asociados a la baja calidad del agua utilizada para riego (Usón et. al., 2010).

Según la FAO (2002), actualmente alrededor del 30% de las tierras regadas en el mundo están moderada o severamente afectadas por causa de la salinización; anualmente, el área regada se reduce entre el 1% y 2%.

El Plan Nacional de Buen Vivir establece en el Objetivo 7: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global”; debido a que la constitución reconoce al agua como un patrimonio nacional estratégico de uso público e inalienable, es deber del sector público, actores sociales y comunitarios y sector privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto a fin de lograr un manejo sustentable del recurso hídrico (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013).

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

El desafío para la agricultura bajo riego es contribuir a la producción mundial de alimentos y mejorar la seguridad alimentaria a través de un uso más eficiente, limpio e integrado uso del recurso agua (Ministero de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2013).

La gestión ambiental es fundamental para detectar y medir los cambios de las condiciones del agua; y con esto establecer un correcto plan de prevención y mitigación en varios aspectos como manejo del agua de riego, conservación de páramos, cuidados del ambiente, y garantizar que la agricultura bajo riego cumpla con las normas mínimas de sostenibilidad y sustentabilidad ambiental.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL TEMA**

De acuerdo con el mapa de clasificación taxonómica de suelos elaborado por el SIGTIERRAS (2011), en el área de estudio existen dos tipos de suelos del orden Mollisol y Entisol, según el sistema de clasificación de la USDA – Soil Taxonomy, con una superficie de 6805.0 y 7195.3 hectáreas, respectivamente.

Foth (1985) describe a los suelos del orden Mollisol como suelos suaves, con horizontes superficiales de color oscuro, ricos en materia orgánica, fértiles ya que se encuentran en zonas cálidas de valles con alto contenido de bases y sales nutritivas para las plantas. Presentan texturas pesadas debido a condiciones de mecanización continua lo que los hace susceptibles a compactación; y a los suelos del orden Entisol como derivados de fragmentos de roca suelta, que están formados típicamente por arrastre de materiales sedimentarios que son transportados por acción del agua, son suelos jóvenes y sin horizontes genéticos naturales.

Durante los últimos años el desarrollo económico del cantón Cayambe, ha estado asociado a la floricultura, con aproximadamente 140 empresas asentadas en la cuenca del río Pisque, generalmente en las zonas planas con un superficie de 1000 hectáreas y con acceso a agua de

riego. Otro eje de desarrollo del sector es la actividad ganadera, para la producción de leche con la que se elabora quesos y yogurt (Breilh et.al., 2011).

En el estudio de caracterización hidrológica de la cuenca alta del río Granobles, la problemática encontrada es la insuficiente capacidad de los cursos de agua para satisfacer las necesidades de los pobladores para consumo humano y riego, la escasez de agua ha generado tensiones entre pobladores respecto a la administración del uso del agua (Neira & Guillen, 2003).

El deterioro de la calidad del agua de la cuenca del río El Pisque, junto con el insuficiente abastecimiento de la misma, revela que la presencia de la floricultura y ganadería en las cercanías de las áreas de captación del agua, zonas permeables y/o acuíferos han generado filtración de sustancias químicas inorgánicas y han aumentado el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas (Neira & Guillen, 2003).

Para caracterizar las aguas de la cuenca del río El Pisque se analizaron químicamente muestras en las que se determinó la presencia turbidez, nitritos, magnesio y coliformes (Breilh et.al., 2011). En la caracterización de la cuenca del río Cangahua se manifestó que la problemática observada se centra en el mal uso del suelo, la deforestación de los páramos, el trasvase de agua entre cuencas, el uso inadecuado del riego y la contaminación del agua, producto de la mala gestión del recurso hídrico por parte las Juntas de Aguas locales (Neira & Guillen, 2003).

En la actualidad no se cuenta con un plan de manejo y uso de los recursos naturales dentro de la cuenca, sin embargo dentro del plan de protección de las cuencas hídricas del Gobierno Autónomo de Descentralizado de Pichincha (GAD-P) se ha desarrollado el convenio de co-ejecución con la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego El Pisque para la construcción de un vivero en la granja para la propagación de plantas forestales nativas y

frutales, con lo cual se espera que cada año se produzcan alrededor de 300 mil plantas que beneficiarán a los 6500 usuarios, que además de mitigar los impactos en el ambiente permitirá la diversificación de la producción de pequeños y medianos productores de esta zona.

De acuerdo con García (2002), para evaluar el efecto potencial del agua para crear condiciones en el suelo que afecten el crecimiento y producción de los cultivos, se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

El tipo y concentración de sales solubles como nitratos, cloruros, sulfatos, carbonatos, y otras, afectan los rendimientos de las plantas por estrés salino en tres formas:

- a. Por aumento del potencial osmótico del suelo disminuyendo la disponibilidad de agua para la planta,
- b. Efectos combinados, desbalances nutricionales debido a que las plantas no pueden absorber ciertos iones en presencia de concentraciones excesivas de sales solubles en el suelo y,
- c. Algunos iones como  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  y elementos trazas (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, F, Mo, Pb, Mn, Se y Ni) provenientes del agua de riego o presentes en el suelo se pueden acumular y llegar a concentraciones que afecten los cultivos, dependiendo del grado de tolerancia de los mismos.

Cuando el contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  es bajo, el  $\text{Na}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$  reducen la velocidad de infiltración del agua en el suelo al causar dispersión de las partículas finas de arcilla, las cuales obstruyen los macro y micro poros trayendo como consecuencia la desestructuración del suelo con la consiguiente disminución de la reserva de agua en el suelo para las plantas.

## **2.2. ADOPCIÓN DE UNA PERSPECTIVA TEÓRICA**

Con este trabajo se pretende determinar las concentraciones de algunos iones en el agua del Sistema de Riego El Pisque, considerando como puntos de relevancia en donde se encuentre un mayor impacto de contaminación por el vertido de aguas residuales domésticas e industriales.

La medición de la velocidad de infiltración del agua en los suelos agrícolas, respecto de las propiedades físicas de cada tipo de suelo presente en el área de estudio, permitirá conocer la cantidad de agua que es captada y conservada para el aprovechamiento de las plantas.

En la producción agrícola es importante estudiar la calidad y cantidad de agua disponible para la producción agrícola, que serán considerados como indicadores ambientales a través de los cuales se propondrá una serie de medidas de prevención y mitigación ambiental.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. Calidad de agua para regadío**

La calidad del agua para riego está definida como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que constituyen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la producción de los cultivos y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua para riego se realiza mediante procedimientos analíticos, muestreos y monitores de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I del Libro del Tulas (Ministerio del Ambiente, 2014).

### **2.3.2. Contaminación del agua**

Se entiende por contaminación del agua a la acción o efecto de introducir algún material o energía en cualquier forma o estado, de modo directo o indirecto, que impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales (Barba, 2002).

### **2.3.3. Agricultura de regadío**

Consiste en el aprovechamiento y/o suministro de agua en las cantidades necesarias para la producción agrícola, mediante métodos artificiales que permiten restablecer la humedad del suelo. Comprende todas las interrelaciones productivas (suelo, agua, planta, clima y manejo), sociales, económicas, técnicas y ambientales en torno a la dotación de agua en la producción (Subsecretaría de Riego y Drenaje, 2014).

### **2.3.4. Infiltración**

Es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos del acuífero (Heras, 1970).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. NIVEL DE ESTUDIO

**Exploratorio:** Determinar la calidad de agua con fines agrícolas mediante la recopilación de información de campo, variables en laboratorio y análisis de resultados en base a la revisión de bibliografía.

También se quiere estudiar la velocidad de infiltración del agua y la relación con los diferentes tipos de suelo que se presentan en el área de influencia del Sistema de Riego El Pisque.

#### 3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

##### 3.2.1. Campo

Se recolectaron muestras de agua simples (2 litros) directamente en los canales del Sistema de Riego El Pisque. Se determinaron los siguientes parámetros “in situ”: pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto.

Se realizó la prueba de infiltración a través de la aplicación del método del infiltrómetro de doble anillo, realizando mediciones en los dos tipos de suelos presentes en el área de estudio

(Inceptisol y Mollisol), con 3 repeticiones en cada sitio seleccionado, y se recolectó una muestra de suelo (2 kg) por repetición.

### **3.2.2. Laboratorio**

Las muestras de agua recolectadas se ingresaron al laboratorio LANCAS, del INAMHI, para el procesamiento de los parámetros: Sulfatos [ $\text{SO}_4^{2-}$ ], Cloruros [ $\text{Cl}^-$ ], Sodio [ $\text{Na}^+$ ], Potasio [ $\text{K}^+$ ], Magnesio [ $\text{Mg}^{2+}$ ], Calcio [ $\text{Ca}^{2+}$ ], Nitratos [ $\text{NO}_3^-$ ], Fosfatos [ $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ], Bicarbonatos [ $\text{HCO}_3^-$ ], Carbonatos [ $\text{CO}_3^{2-}$ ] y Boro [ $\text{B}^{3+}$ ].

Las muestras de suelo se ingresaron al laboratorio de suelos, plantas y aguas de la EESC - INIAP para determinar textura, humedad gravimétrica, humedad volumétrica y densidad aparente.

### **3.2.3. Documental**

Se profundizó el tema mediante investigación y revisión bibliográfica de índices y estándares de calidad de agua para riego establecidos en la normativa nacional vigente, con el objeto de establecer la aptitud de la misma y determinar un plan de manejo ambiental integral que permita una producción sostenible en la zona.

Para la infiltración se empleó la ecuación de Kostiakov para determinar la velocidad de infiltración básica y acumulada.

### 3.3. MÉTODO

#### 3.3.1. Método Hipotético – Deductivo

Mediante la determinación de la calidad de agua y la velocidad de infiltración en los suelos agrícolas del Sistema de Riego El Pisque se determinó la aptitud para la producción de los diferentes cultivos por parte de la Junta de Regantes y establecer el manejo sostenible del agua para riego.

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

El caudal aproximado concesionado a la Junta de Regantes del Sistema de Riego el Pisque es de  $7 \text{ m}^3/\text{s}$ . El volumen de la muestra de agua recolectada fue de 2 litros en 5 sitios de muestreo identificados a lo largo del canal desde la captación hasta llegar al final de la distribución del agua como se observa en el Anexo C, en dos épocas de muestreo con diferencia de un mes cada uno.

Existen dos órdenes de suelos dentro del Sistema de Riego El Pisque Entisol y Mollisol con un área aproximada de 7195.3 y 6805.0 hectáreas respectivamente. Para realizar la prueba de infiltración la muestra escogida corresponde a un área aproximada de  $1 \text{ m}^2$  con 9 repeticiones por tipo de suelo dando un total de  $18 \text{ m}^2$ .

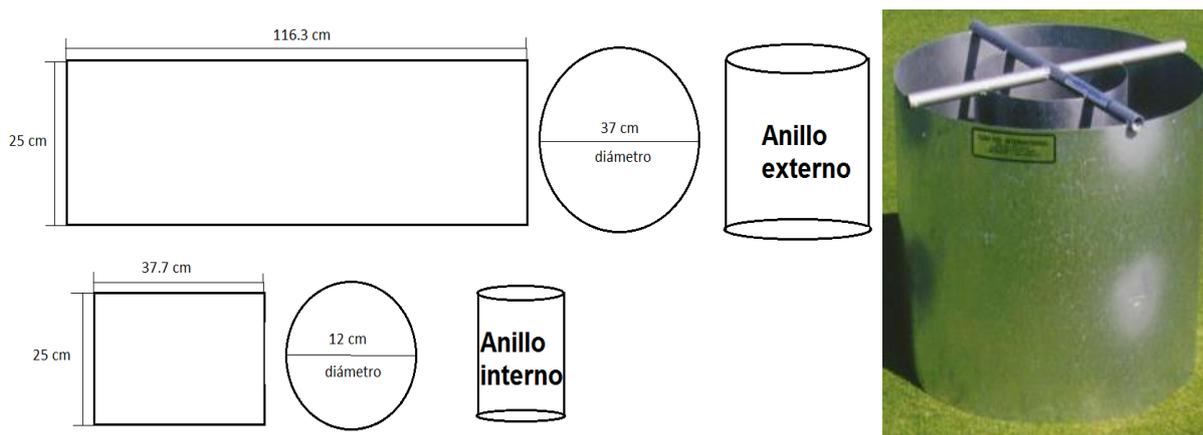
Para la determinación de las propiedades físicas de los suelos se recolectaron 3 muestras en cilindros con volumen de  $116.2 \text{ cm}^3$  y una muestra de 2 kg de suelo por repetición (Anexo B).

### 3.5. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los equipos de investigación para el estudio pertenecen a los de experimentación, por lo que se utilizó la siguiente metodología:

#### Recolección de datos “in situ”:

- **Medidor multi-parámetro HACH HQ 40D:** calibrado y testeado para lecturas de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura.
- **GPS Magellan:** calibrado y testeado por la casa comercial, para tomar coordenadas geográficas de ubicación de los sitios de muestreo.
- **Cámara fotográfica Sony.**
- **Infiltrómetro de doble anillo:** consiste en dos cilindros concéntricos, elaborados en lámina galvanizada (cilindro externo de 27 cm de diámetro, cilindro interno de 12 cm de diámetro, ambos anillos de 25 cm de alto, como se observa en la Figura 1 y Anexo A.



Fuente: Mencías, 2015.

**Figura 1. Dimensiones y diseño del infiltrómetro de doble anillo.**

**Recolección de muestras simples de agua:**

- Envases plásticos de 2 litros de capacidad.
- Fundas plásticas de 2 kg de capacidad.
- Etiquetas para identificación de recipientes.
- Cinta parafilm para sellar recipientes.
- Recipiente refrigerado para transporte y almacenamiento de las muestras de agua.

**Recolección de muestras simples de suelo:**

- Cilindros metálicos de 116.2 cm<sup>3</sup>.
- Cinta parafilm para sellar los cilindros.
- Fundas plásticas de 1 kg de capacidad.
- Etiquetas para identificación de muestras.

**Análisis de laboratorio**

Químico de Agua: se realizó el análisis químico de las muestras en el Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos (LANCAS) del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), en la Tabla 1 se observa la metodología utilizada para la determinación de los parámetros químicos del agua.

**Tabla 1. Metodología para el análisis químico de aguas.**

Parámetro	Método interno	Método de referencia*	Unidades
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	PE03	SM 4500 – SO42 E	mg/L
Cloruros (Cl <sup>-</sup> )	PE07	SM4500 Cl - B	mg/L
Sodio (Na <sup>+</sup> )	PE22	SM 3111- B	mg/L
Potasio (K <sup>+</sup> )	PE 20	SM 3111 - B	mg/L
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	PE21	SM 3500 Mg B	mg/L
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	PE15	SM 3111-B	mg/L
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/L
Carbonatos (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	PE11	SM 2320 B	mg/L
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	PE11	SM 2320 B	mg/L
Fosfatos (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	PE48	SM 4500 – P (C)	mg/L
Boro (BO <sub>3</sub> <sup>-3</sup> )	PE40	SM3113 A	mg/L

\*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater was developed by Water Environment Federation (WEF), American Water Works Association (AWWA) and American Public Health Association (APHA). 2014 Fuente: LANCAS, 2015

**Físico de suelos:** se realizó la determinación de textura, humedad gravimétrica y volumétrica y densidad aparente de las muestras de suelos obtenidas en los sitios de determinación de la infiltración en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Tabla 2 se detalla la metodología utilizada para la determinación de los mismos.

**Tabla 2. Metodología de análisis físico de suelos.**

Parámetro	Método interno	Unidades
Textura	Método de Bouyoucos	-
Densidad aparente	Método del cilindro	g/cm <sup>3</sup>
Humedad	Método gravimétrico	%

Fuente: INIAP, 2015.

### **3.6. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS**

El análisis químico de las muestras de agua se realizó en el LANCAS del INAMHI, el mismo que cuenta con la acreditación bajo la Norma ISO/IEC INEN 17025.

Se realizaron dos épocas de muestreo con el objetivo de comparar los resultados.

En el caso de la prueba de velocidad de infiltración se realizó tres repeticiones por sitio y tres por tipo de suelo (parte alta, media y baja del Sistema de Riego El Pisque), además se determinó la textura, humedad gravimétrica, volumétrica y densidad aparente del suelo en cada sitio seleccionado.

La determinación de los parámetros físicos de los suelos se realizó en el Laboratorio del DMSA – EESC - INIAP, que cuenta con métodos validados para ensayos de campo y laboratorio.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE DATOS**

Los parámetros evaluados en la presente investigación fueron registrados en una libreta de campo, para posteriormente procesarlos estadísticamente en Microsoft Excel. Dentro del análisis se contempló determinar medidas de estadística descriptiva, elaboración de cuadros y/o gráficos y comparación de resultados.

Paralelamente, se georeferenciaron los puntos de muestreo de agua y de ensayos de infiltración con un GPS y se realizaron los mapas de ubicación y temáticos en ArcGis versión 10.0 con información geográfica publicada mediante el Geoportal y suministrada por las siguientes instituciones:

- Instituto Geográfico Militar (IGM).

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- Coordinación General del Sistema Información Nacional y el Programa: Sistema de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP – SIG-TIERRAS).
- Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

Con base al análisis de los resultados obtenidos se definió el enfoque del plan de manejo ambiental y su estructura. Para determinar las medidas de mitigación fue necesario identificar y clasificar los impactos potenciales sobre el recurso agua, suelo, aire, flora, fauna y aspectos sociales que puedan ocurrir producto de la ejecución de las etapas de construcción / implementación y operación / mantenimiento del Sistema de Riego El Pisque.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 4.1.1. Ubicación

El Sistema de Riego El Pisque está ubicado dentro de la micro-cuenca del Pisque pertenece a la sub-cuenca alta del Río Guayllabamba, parte integral de la cuenca del Río Esmeraldas, provincia de Pichincha. Inicia en el Río Guachalá, cantón Cayambe, la bocatoma está ubicada en las coordenadas UTM 17S 10000906 N y 825415E a 2700 m.s.n.m, y se conecta al canal principal que tiene una longitud de 60 km, del cual se derivan los canales secundarios con 200 km, canales y acequias terciarias con más de 300 km, y además varios reservorios.

En la **Figura 2** se observa que sirve a las parroquias de Otón, Rosa de Cusubamba y Ascázubi del cantón Cayambe y las parroquias de Guayllabamba Quinche, Checa, Yaruquí, Tababela, Pifo y Puenbo del cantón Quito.

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

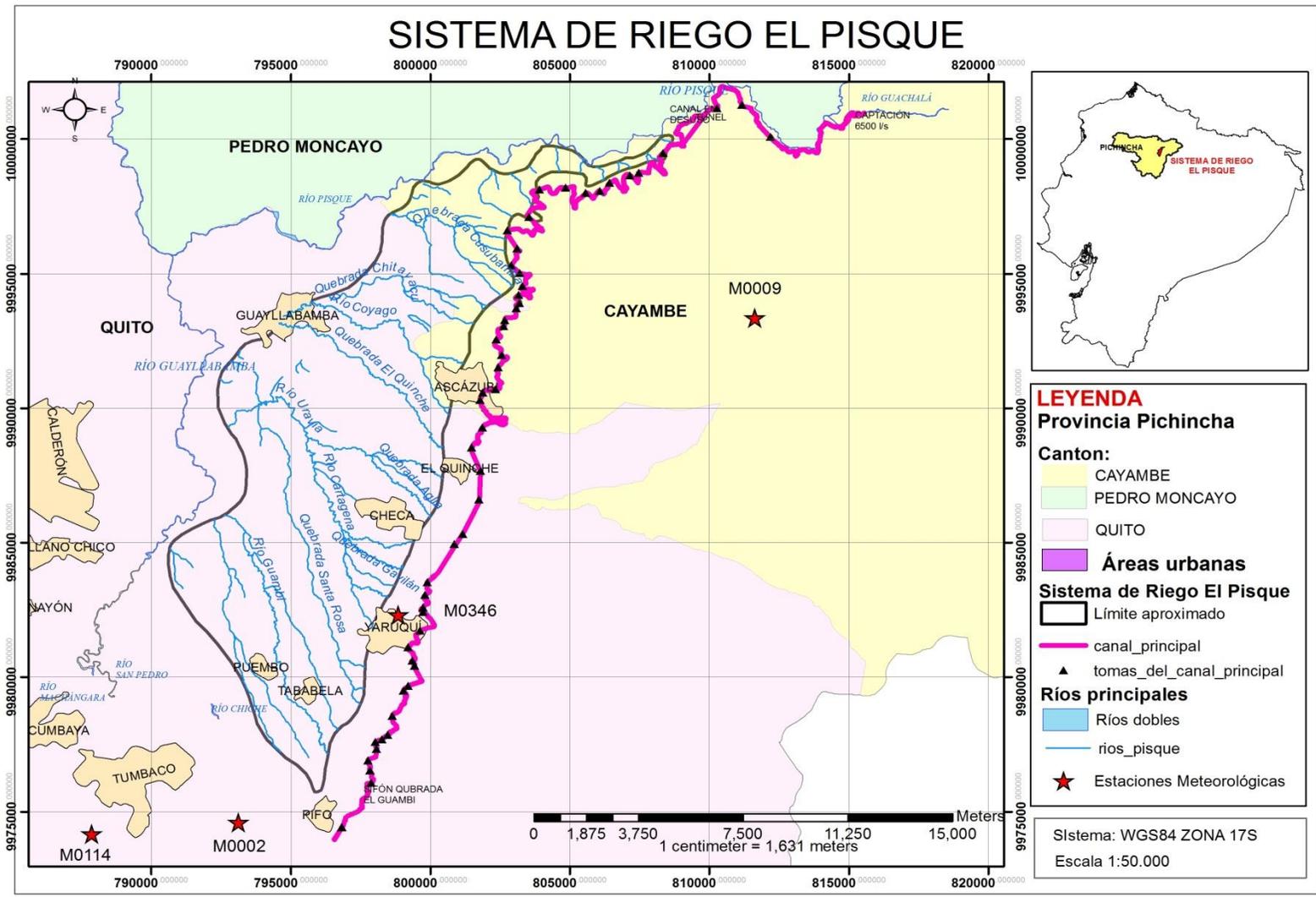


Figura 2. Ubicación del Sistema de Riego El Pisque.

#### 4.1.2. Clima

Se consideraron las estaciones meteorológicas de la Tola, la Victoria, Tumbaco y Yaruquí pertenecientes al INAMHI que se encuentran operativas, seleccionadas por su ubicación geográfica y la similitud de las condiciones climáticas y piso altitudinal al área de estudio.

**Tabla 3. Estaciones meteorológicas referenciales para el área de estudio.**

No.	Código	Altura (m.s.n.m.)	Tipo	Nombre
1	M0002	2503	Automática	La Tola - Tumbaco
2	M0009	2262	Convencional	La Victoria –El Quinche
3	M0114	2348	Convencional	Tumbaco
4	M0346	2600	Pluviométrica	Yaruquí

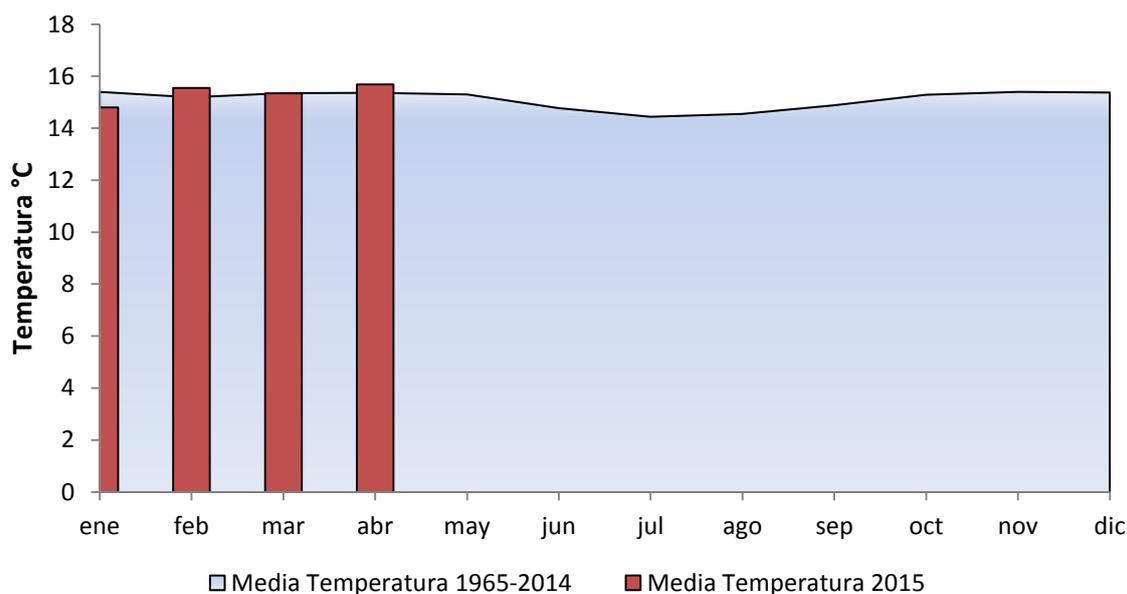
Fuente: INAMHI, 2015

Se utilizó información climática de temperatura, precipitación y viento de más de 40 años.

##### 4.1.2.1. Temperatura

La temperatura del ambiente se registró en tres estaciones cercanas al área de estudio la estación La Victoria, La Tola y Tumbaco donde se obtuvieron valores de 17.2° C, 15.5 °C y 16.7°C de temperatura promedio mensual respectivamente, dicha variación se debe a la altura en que se encuentra cada una tal como se observa en la Tabla 3.

La temperatura máxima registrada en las tres estaciones fue de 24.6 °C y la temperatura mínima promedio mensual es de 12.7 °C. En la Figura 3 se observa el comportamiento de la temperatura promedio de las tres estaciones durante los últimos 40 años.



Fuente: INAMHI, 2015

**Figura 3. Temperatura promedio mensual del año 2015 y promedio de los años 1965 - 2014 en la provincia de Pichincha.**

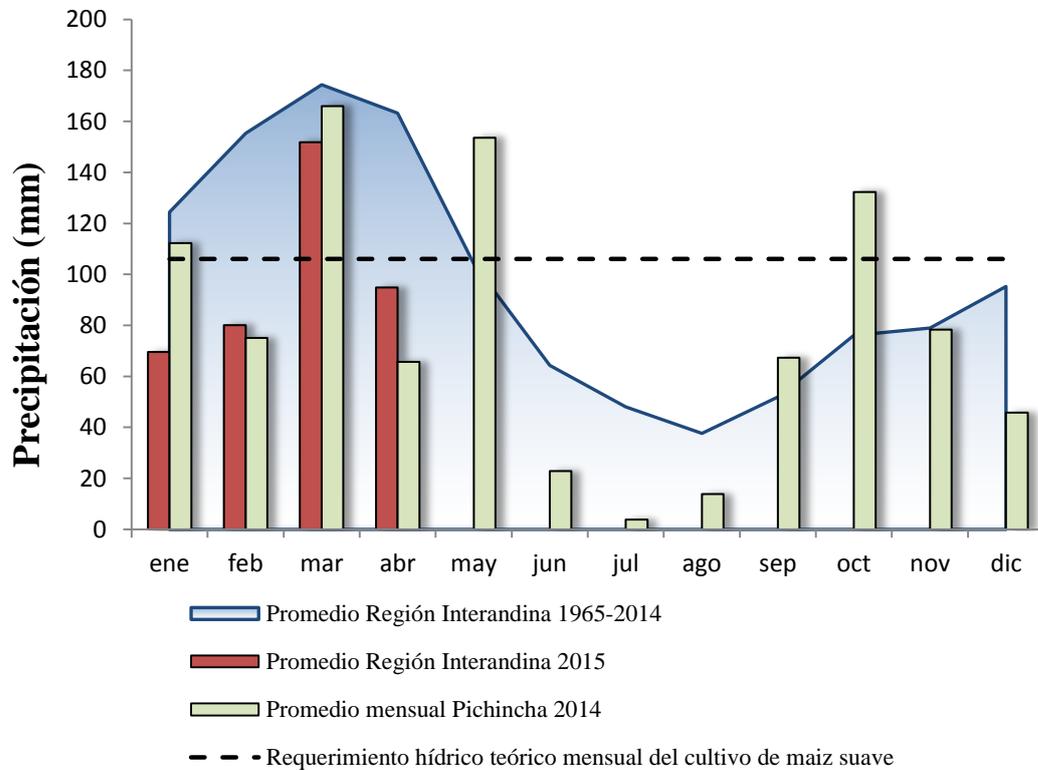
#### 4.1.2.2. Precipitación

Del análisis de la serie de precipitación registrados en las estaciones meteorológicas de La Tola, La Victoria y Yaruquí, de los años 1965 al 2014, se observó que las precipitaciones en la zona variaron, los meses menos lluviosos fueron desde junio a septiembre, con una precipitación media mensual de 51 mm y los meses de enero a mayo fueron los que registraron mayores precipitaciones con 173 mm promedio mensual, notándose que los sectores de Tumbaco, Yaruquí, Puembo, El Quinche y Ascázubi son más lluviosos y Guayllabamba más seco.

En la Figura 4 se puede comparar el requerimiento hídrico del cultivo de maíz suave (106 mm promedio mensual, tomado como referencia por tener el requerimiento hídrico teórico más alto de los cultivos de la zona) con la precipitación promedio mensual de la provincia de

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Pichincha durante el año 2014, comprobando que durante el los meses de enero, marzo, mayo y octubre, las precipitaciones registradas cubren las necesidades de agua del cultivo.



\* El requerimiento hídrico teórico del cultivo de maíz suave fue tomado de la guía técnica de cultivos (Villavicencio & Vásquez, 2008).

Fuente: (INAMHI, 2015)

**Figura 4. Precipitación promedio en la Región Interandina del año 1965 - 2014, promedio mensual en la provincia de Pichincha del año 2014 y requerimiento hídrico (cultivo maíz suave).**

#### **4.1.2.3. Humedad relativa**

Este parámetro se analizó en las estaciones meteorológicas de La Tola – Tumbaco, La Victoria, Monteserrín – Ascázubi y Tumbaco; se obtuvo un valor promedio mensual de 81% para este conjunto de estaciones.

#### **4.1.2.4. Evaporación**

La evaporación promedio mensual que se registró en la estación meteorológica La Tola – Tumbaco fue de 132 mm, debido a que es la única que cuenta con un tanque evaporimétrico tipo A.

#### **4.1.2.5. Vientos**

Los vientos registrados en las estaciones meteorológicas de la Tola y la Victoria son fuertes, provenientes generalmente de Guayllabamba, suelen ser constantes y de gran intensidad en especial para los meses de junio, julio y agosto; provocan erosión eólica y la intensidad promedio registrada en las dos estaciones en los últimos 40 años es de 2.8 m/s.

#### **4.1.3. Formaciones ecológicas**

Dentro del área en estudio se ha identificado las formaciones ecológicas: Bosque húmedo Montano, Bosque seco Montano bajo, Estepa espinosa Montano bajo y Estepa Montano, de acuerdo a la clasificación Holdridge, tal como se muestra en la Figura 5.

#### **4.1.3.1. Bosque húmedo Montano**

Esta formación está ubicada en la parte inicial del Sistema de Riego El Pisque, en el sector norte y oriental del canal principal, sobre los 3000 m.s.n.m., temperatura promedio de entre 6 °C y 12 °C y precipitaciones entre 500 y 1000 mm, promedio anual. Constituye un páramo más seco, en el que se identifica a las siguientes especies vegetales: aliso (*Alnus jorullensis*), chashcos (*Winmania sp.*), paja de páramo (*Stipa ichu*), romerillo (*Hypericum sp.*) y sachachoco (*Lupirus sp.*) (Centro Internacional de la Papa, 1993).

#### **4.1.3.2. Bosque seco Montano bajo**

Gran parte del Sistema de Riego El Pisque se ubica en esta formación, desde el sector de Ascázubi, pasando por el Quinche, Checa, Yaruquí, Puembo, Tababela hasta llegar a Pifo, entre altitudes de 2000 y 3000 m.s.n.m., temperatura media anual entre los 12° y 18°C y precipitación media anual entre 500 y 1000 mm. Se desarrollan cultivos de maíz, trigo, hortalizas, y en los valles más calientes frutales especialmente cítricos y aguacate. Las especies vegetales indicadoras son el nogal (*Juglans boliviano*), chamana (*Dodonea viscosa*), retama (*Spartium sp.*), carrizo (*Arundodonax*), entre otras (Centro Internacional de la Papa, 1993).

#### **4.1.3.3. Estepa espinosa Montano bajo**

Se encuentra en Guayllabamba, entre los 2000 y 2800 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de entre 12° y 18°C y precipitación de 250 y 500 mm anuales. La vegetación típica de esta formación son el algarrobo (*Acacia macracantha*), guarango (*Tara spinosa*), molle (*Schinus molle*) y sávila (*Aloe vera sp*) (Centro Internacional de la Papa, 1993).

#### **4.1.3.4. Estepa Montano**

Localizada sobre los 2800 m.s.n.m., es un área de transición entre el occidente de Guayllabamba y el Barrio San Vicente del Quinche, las condiciones climáticas sobresalientes son: precipitación media anual entre 400 y 600 mm, temperatura media anual entre 8 y 12°C. Los cultivos principales son el trigo y cebada en terrenos de secano, también se encuentran gramíneas de los órdenes *Calamagrotis sp.*, *Festuca sp* y *Agrotis sp.*, considerando que son zonas óptimas para reforestación (Centro Internacional de la Papa, 1993).

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



Figura 5. Formaciones Ecológicas en el Sistema de Riego El Pisque.

#### 4.1.4. Suelos

Los órdenes de suelo del Sistema de Riego El Pisque son Entisol y Mollisol, cuyas áreas de ocurrencia se presentan en la Figura 6 y Tabla 4.

**Tabla 4. Órdenes de suelo en el Sistema de Riego El Pisque.**

Nro.	Orden	Suborden	Gran grupo	Área (ha)	Porcentaje (%)
1	Entisol	Orthent	Ustorthent	4087.25	29.19
2	Entisol	Psamment	Ustipsamment	3108.04	22.20
Subtotal aproximado				7195.29	51.39
3	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	349.69	2.50
4	Mollisol	Udoll	Hapludoll	0.09	0.001
5	Mollisol	Ustoll	Durustoll	1729.61	12.35
6	Mollisol	Ustoll	Haplustoll	861.90	6.16
7	Mollisol	Ustoll	Haplustoll(Argiustoll)	3863.75	27.60
Subtotal aproximado				6805.04	48.61
TOTAL				14000.32	100

Fuente: SIG TIERRAS – MAGAP, 2015.

##### 4.1.4.1. Entisol

Luzio et.al (1982) manifiesta que los suelos de orden Entisol son suelos jóvenes, generalmente no tienen horizontes pedogenéticos y sus propiedades provienen del material original, es decir son suelos formados sobre material parental no consolidado, dentro de este estudio ocupan un área aproximada de 7195.29 hectáreas que representan el 51.39 %.

Las principales causas de su nulo o poco desarrollo pedogenético son (Ibañez et.al., 2010):

- Períodos de formación muy cortos.
- Situaciones de hidro-morfismo donde el desarrollo de los horizontes pedogenéticos está ralentizado por la presencia de capas freáticas.
- Presencia de cuarzo o minerales primarios de difícil modificación.

- Continuos aportes de material de origen aluvial que rejuvenecen el perfil.

Dentro de los subórdenes encontrados tenemos:

- **Psamments:** Generalmente de textura franco arenosa fina o más gruesa, formados sobre materiales parentales arenosos, se pueden encontrar en cualquier clima, por su baja capacidad de retención de agua y dada su composición mineralógica son suelos poco fértiles (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2010).
- **Orthents:** Formados sobre superficies erosionadas recientemente y que no han evolucionados debido a una gran inestabilidad del material parental, se encuentran en cualquier clima y bajo cualquier vegetación. Se clasifica dentro de estos suelos a los que han sido formados antrópicamente con el objeto de disminuir pendientes o realizar terrazas para cultivar en laderas (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2010).

#### 4.1.4.2. Mollisol

Suelos minerales, tienen un horizonte superficial muy oscuro y rico en bases intercambiables, casi todos tienen un epipedón mollico y muchos un horizonte de diagnóstico superficial argílico, nátrico o cálcico y otros un horizonte de diagnóstico álbico, petrocálcico o duripan (Ibañez et.al., 2010).

Estos suelos se forman por la alteración de cualquier material parental, en gran variedad de zonas climáticas, con vegetación herbácea perenne que contribuye con una buena cantidad de materia orgánica, donde el tiempo de formación está limitado por el clima (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2010).

El epipedón mollico se forma por adición de materia orgánica y su descomposición en presencia de cationes divalentes, especialmente el calcio. En estas condiciones se produce el

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

proceso de melanización, responsable del oscurecimiento del suelo, mientras que la constatación de pedo-turbación elimina la diferenciación de horizontes, presentándose procesos de eluviación e iluviación tanto de coloides minerales (arcillas, óxidos de hierro y manganeso) como de coloides orgánicos (Ibañez et.al., 2010).

La presencia de mollisoles dentro del área de estudio es del 48.61 %, es decir 6805.04 hectáreas, dentro de las cuales se encontraron los subórdenes Ustolls y Udolls, cuyas características son:

- **Ustolls:** Son suelos más o menos drenados de climas sub-húmedos a climas semiáridos, donde las precipitaciones ocurren durante las épocas de cultivo, a menudo en lluvias intensas de carácter puntual, sin riego el bajo suministro de humedad puede limitar la producción de los cultivos. La sequía es frecuente y puede ser severa (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2009).
- **Udolls:** Son suelos drenados de climas húmedos. Además del epipedón móllico, estos suelos pueden tener un horizonte cámbico, cálcico, nátrico o argílico (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2010).

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



Figura 6. Órdenes de suelos de El Sistema de Riego El Pisque.

#### 4.1.5. Aptitud agrícola

Para determinar la aptitud natural para el aprovechamiento agrícola de los suelos se utilizó la metodología de clasificación de las ocho clases para definir la capacidad de uso de la tierra, propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA) y modificado por el Instituto Agustín Codazzi de Colombia, esta metodología considera las características de los suelos, terreno y climáticas (Swenson et.al., 1998).

De acuerdo con el mapa de Aptitud Agrícola (Figura 7), publicado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Tabla 5 se observó que los suelos del área de estudio tienen diferente aptitud, la mayor área tiene aptitud para cultivos con un área de 8296.67 ha, seguido de los bosques con un área de 4917.17 ha, los pastos ocupan un área de 782.57 ha y los cuerpos de agua ocupan el menor área con 4.38 ha. La variación del uso de la tierra está condicionada por las características relevantes del medio físico y el contexto económico social del área.

**Tabla 5. Aptitud de los suelos del Sistema de Riego El Pisque.**

Cód.	Aptitud	Descripción	Área (ha)
1	Bosque	Forestación, reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal natural, limitaciones importantes	4917.17
2	Cultivos	Agricultura sin limitaciones, mecanización y riego muy fáciles	862.09
3	Cultivos	Agricultura con limitaciones ligeras, mecanización y riego muy fáciles	2066.02
4	Cultivos	Agricultura con limitaciones muy importantes (textura), mecanización y riego muy fáciles	3764.13
5	Cultivos	Agricultura con limitaciones muy importantes (textura), mecanización y riego difíciles	1604.43
6	Pastos	Zonas marginales para la agricultura, mejoramiento de pastos naturales existentes, limitaciones importantes	782.57
7	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	4.38
Total			14000.79

Fuente: MAGAP, 2015.

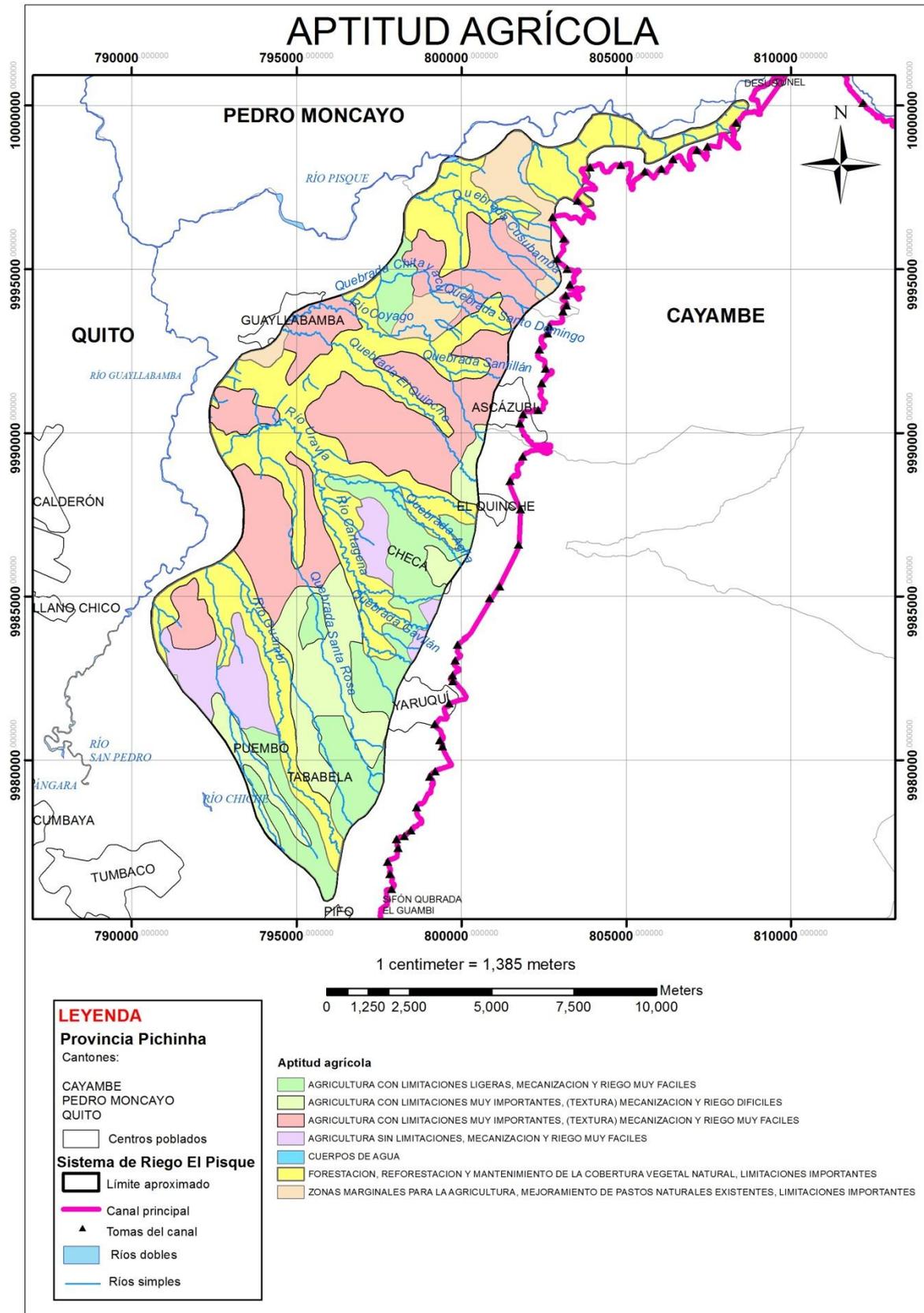


Figura 7. Aptitud Agrícola de los suelos del Sistema de Riego El Pisque.

#### 4.1.6. Uso y cobertura del suelo

La determinación de la cobertura vegetal y uso del suelo es un factor esencial para la planificación del desarrollo de un territorio, debido a que permite planificar y regular las actividades en áreas productivas, de vivienda, conservación de la naturaleza, protección de fuentes de agua, entre otros (Cueva & Chalán, 2010)

El Sistema de Riego El Pisque muestra un complejo mosaico de usos y cobertura, tal como se observa en la Tabla 6 y Figura 8; la unidad vegetal más representada fue la tierra agrícola con 7518.86 ha, seguida de la vegetación arbustiva y herbácea con 4185.59 ha y las zonas antrópicas que incluyen áreas pobladas e infraestructura cubren 2177.77 ha.

Los bosques dentro del área del proyecto cubrieron solo 113.37 ha mientras que los cuerpos de agua constituyeron 1.71 ha.

**Tabla 6. Uso y cobertura de los suelos del Sistema de Riego El Pisque.**

Nro.	Nivel 1	Nivel 2	Área (ha)
1	Bosque	Plantación forestal	113.37
2	Cuerpo de agua	Natural	1.71
3	Otras áreas	Área sin cobertura vegetal	3.02
4	Tierra agropecuaria	Pastizal	1910.68
5	Tierra agropecuaria	Cultivo anual	459.77
6	Tierra agropecuaria	Cultivo semi-permanente	9.99
7	Tierra agropecuaria	Cultivo permanente	1304.03
8	Tierra agropecuaria	Mosaico agropecuario	3488.76
9	Tierra agropecuaria	Cultivo anual	345.64
10	Vegetación arbustiva y herbácea	Vegetación arbustiva	4185.59
11	Zona antrópica	Área poblada	1391.97
12	Zona antrópica	Infraestructura	785.80
Total			14000.32

Fuente: MAGAP, 2015.

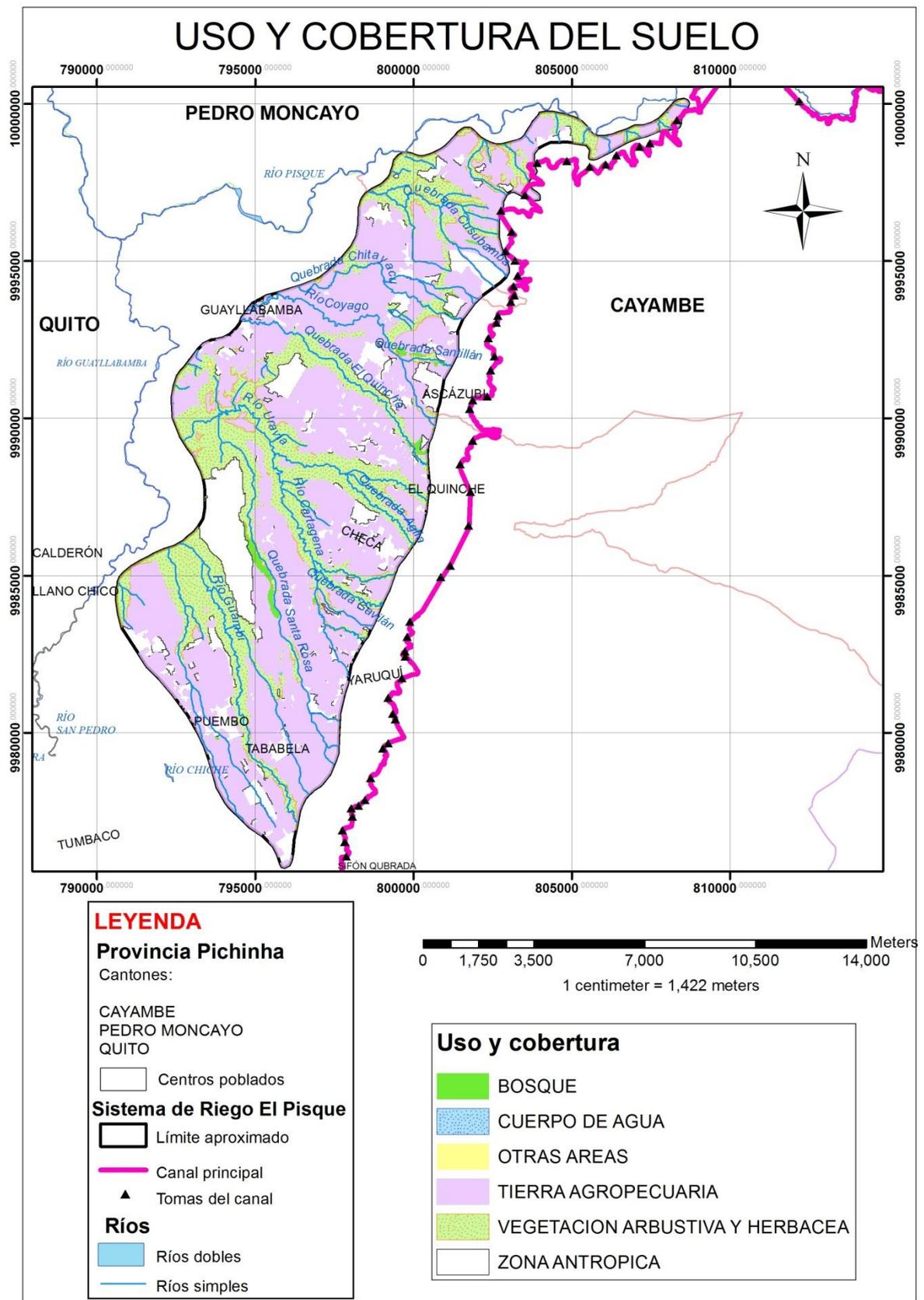


Figura 8. Uso y cobertura de los suelos del Sistema de Riego El Pisco.

#### 4.1.7. Población

El Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010) determinó que la población del área de estudio es de 104127 habitantes (Tabla 7).

**Tabla 7. Población del Sistema de Riego El Pisque.**

<b>Parroquia</b>	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>
Otón	1357	1409
Santa Rosa de Cuzubamba	2040	2107
Ascázubi	2499	2551
Guayllabamba	8199	8014
El Quinche	8015	8041
Checa	4532	4448
Yaruquí	8877	8977
Tababela	1400	1423
Pifo	8235	8410
Puembo	6809	6784
Subtotal	51963	52164
Total	104127	

Fuente: Censo de Población y Vivienda, INEC, 2010.

Las actividades económicas de la población están directamente relacionadas con las condiciones climáticas de la zona, altitud, temperatura y precipitación, de tal forma que en la parte alta se identifican cultivo de papas, arveja, habas, pastos, cebada y en la parte media y baja se cultiva maíz, tomate, frutilla. La presencia de las florícolas por otro lado depende de la cercanía a las fuentes de agua (Breilh et.al., 2011).

Campo (2003) señaló que gran parte de la basura (recipientes, fundas de químicos, botellas plásticas, etc.), aguas servidas de las comunidades y aguas residuales de las empresas fenecen en las quebradas o son enterradas cerca de los ríos.

## 4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Se realizaron dos muestreos de agua para la determinación de la composición química del agua de riego, el primer muestreo se realizó el 06 de mayo de 2015 y el segundo el 07 de junio de 2015.

Los sitios de muestreo fueron desde la captación - bocatoma, pasando por el canal principal, un reservorio de almacenamiento y distribución del canal principal, ramales secundarios y terciarios hasta llegar al final de la distribución del agua del Sistema de Riego El Pisque, en la

Tabla 8 se observan sus coordenadas geográficas.

Para la identificación de los sitios de muestreo de agua se consideraron los siguientes criterios:

- Facilidad de acceso, debido a que ciertos tramos del canal son túneles o están enterrados.
- Ubicación de los centros poblados en relación al sistema de riego.
- Toma de una muestra en la bocatoma con la finalidad de analizar la calidad de agua que ingresa al canal.

La cantidad mínima de agua necesaria para una muestra fue de dos litros, de acuerdo con la recomendación del laboratorio se utilizaron envases plásticos con tapa y se etiquetó con información referente a la ubicación, fecha de muestreo, responsable del muestreo, temperatura, conductividad eléctrica y pH (Anexo C). Las muestras se tomaron en el agua en movimiento a varios centímetros por debajo de la superficie.

**Tabla 8. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de aguas en el Sistema de Riego**

**El Pisque.**

<b>Nro.</b>	<b>Latitud (N) *</b>	<b>Longitud (E) *</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Cód. de muestreo</b>	<b>Lugar de muestreo</b>
1	10000422	814774	2695	T1A1/ T2A1	Captación - Bocatoma
2	9993475	802203	2622	T1A2/ T2A2	Canal Principal
3	9981039	799558	2670	T1A3/ T2A2	Reservorio
4	9981116	793800	2462	T1A4/ T2A4	Canal Secundario
5	9982489	792300	2420	T1A5/ T2A5	Canal Terciario

\* Coordenadas UTM Zona 17S. Fuente: Mencías, 2015.

La velocidad de infiltración en el Sistema de Riego el Pisque se realizó el 06, 09, 16 y 17 de mayo de 2015 y sus coordenadas geográficas se presenta en la **Figura 6** y Tabla 9.

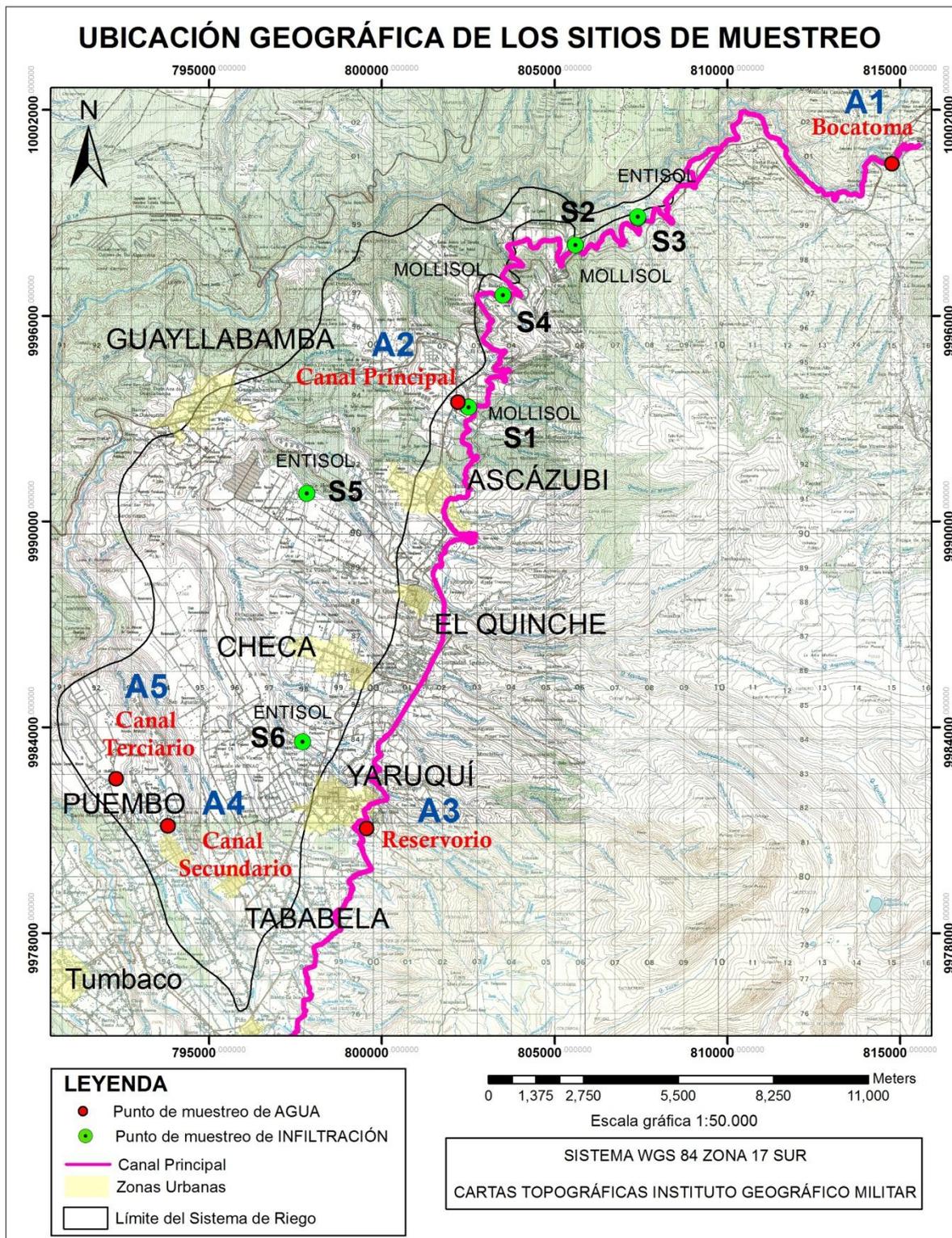
El muestreo de suelo se realizó el 07 de junio de 2015 en los dos órdenes de suelos estudiados y corresponden a los sitios donde se realizó la prueba de velocidad de infiltración.

**Tabla 9. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de suelos e infiltración en el Sistema de Riego El Pisque**

Nro.	Latitud (N) *	Longitud (E) *	Altitud (msnm)	Cód. de muestreo	Orden de suelo	Propietario	Cultivo
1	9993331	802500	2646	S1R1			
2	9993338	802503	2646	S1R2	MOLLISOL	**	Varios
3	9993333	802511	2646	S1R3			
4	9998056	805601	2675	S2R1			
5	9998057	805603	2675	S2R2	MOLLISOL	Propiedad Sr. Wilfrido Taipe	Rosas y Girasol
6	9998058	805605	2675	S2R3			
7	9998846	807449	2038	S3R1			
8	9998847	807446	2038	S3R2	ENTISOL	Propiedad Familia Castro	Bosque y Quinua
9	9998863	807437	2038	S3R3			
10	9996604	803504	2686	S4R1			
11	9996602	803506	2685	S4R2	MOLLISOL	Propiedad Sr. Luis Quishpe	Maíz
12	9996604	803508	2685	S4R3			
13	9990825	797843	2469	S5R1			Maíz,
14	9990826	797844	2469	S5R2	ENTISOL	Propiedad Sra. María Gitala	Fréjol, Papa, y Frutales
15	9990825	797848	2469	S5R3			
16	9983576	797707	2538	S6R1			Maíz,
17	9983574	797703	2538	S6R2	ENTISOL	Propiedad Sra. Rita Chicaiza	Tomate y Frutilla
18	9983575	797704	2538	S6R3			

\* Coordenadas UTM Zona 17S. \*\* Oficina de la Junta de Regantes El Pisque.

Fuente: Mencías, 2015.



**Figura 9. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo en el Sistema de Riego El Pisco.**

### 4.3. VERIFICACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan en el Anexo F.

#### 4.3.1. Suma de aniones y cationes

Todas las soluciones salinas son eléctricamente neutras, es por ello que la suma de aniones y cationes son aproximadamente iguales, debido a que los aniones y cationes son muy solubles y cambian muy poco en las soluciones, salvo los nitratos y fosfatos que son afectados por procesos biológicos (Echarri, 2007).

Entre los principales cationes analizados están  $[Ca^{2+}]$ ,  $[Mg^{2+}]$ ,  $[Na^+]$  y  $[K^+]$  y aniones  $[NO_3^-]$ ,  $[PO_4^{3-}]$ ,  $[Cl^-]$ ,  $[HCO_3^-]$ ,  $[CO_3^{2-}]$  y  $[SO_4^{2-}]$ , responsables del pH y conductividad eléctrica de cada muestra de agua.

Los intervalos admisibles de error entre la sumatoria de aniones y cationes se presentan en la Tabla 10 (American Public Health Association, 1995).

**Tabla 10. Porcentajes permisibles de diferencia en los resultados analíticos para la suma de aniones y cationes.**

Suma de cationes y aniones (meq/L)	% de diferencia aceptable
0.0 – 3.0	± 0.2
3.0 – 10.0	± 2.0
20 - 800	± 2.5

Fuente: (American Public Health Association, 1995).

El porcentaje de error en las determinaciones analíticas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Error} = \left[ \frac{\sum \frac{meq}{L} \text{ cationes} - \sum \frac{meq}{L} \text{ aniones}}{\sum \frac{meq}{L} \text{ cationes} + \sum \frac{meq}{L} \text{ aniones}} \right] \times 100$$

**Tabla 11. Comprobación de análisis por el método de la suma de aniones y cationes.**

No. Muestra	$\Sigma$ cationes	$\Sigma$ aniones	% Error
T1A1	2.09	1.71	9.97
T1A2	1.86	1.84	0.54
T1A3	1.99	1.69	8.28
T1A4	1.92	1.82	2.56
T1A5	1.90	1.81	2.38
T2A1	0.96	0.76	11.96
T2A2	0.96	0.76	11.58
T2A3	0.83	0.73	6.18
T2A4	1.27	1.09	7.39
T2A5	0.85	0.71	8.92

Fuente: Mencías, 2015.

En aguas muy poco mineralizadas el porcentaje de error puede ser mayor, el error admisible dependerá de la concentración de solutos analizados, sin embargo, en el agua existe cationes o aniones sin determinar, los cuales pueden presentarse en grandes cantidades lo cual afecta al total calculado. La presencia de materia orgánica puede originar errores significativos, que impiden el balance iónico, lo cual demuestra que algún elemento no ha sido analizado (Villanueva, s.f.).

#### **4.3.2. Relación de la conductividad eléctrica con el contenido de cationes /aniones**

Para verificar los resultados de los análisis químicos del agua se realizó la comparación de la conductividad eléctrica y el contenido de cationes o aniones presentes en el agua mediante la aplicación de las siguientes fórmulas (Cisternas, 2010):

$$\text{Relación} = (\text{CE } \mu\text{S/cm})/100 \approx \Sigma \text{ cationes (meq/L)}$$

$$\text{Relación} = (\text{CE } \mu\text{S/cm})/100 \approx \Sigma \text{ aniones (meq/L)}$$

Se consideran válidos los resultados de acuerdo a las consideraciones antes mencionadas.

**Tabla 12. Comprobación de resultados por el método de la conductividad eléctrica.**

No. Muestra	CE ( $\mu\text{S/m}$ )	$\Sigma$ aniones (meq/L)	$\Sigma$ cationes (meq/L)	Relación (meq/L)
T1A1	167.70	1.71	2.09	1.68
T1A2	148.00	1.84	1.86	1.48
T1A3	170.90	1.69	1.99	1.71
T1A4	171.50	1.82	1.92	1.72
T1A5	165.30	1.81	1.90	1.65
T2A1	99.50	0.76	0.96	1.00
T2A2	78.70	0.76	0.96	0.79
T2A3	100.70	0.73	0.83	1.01
T2A4	118.20	1.09	1.27	1.18
T2A5	87.50	0.71	0.85	0.88

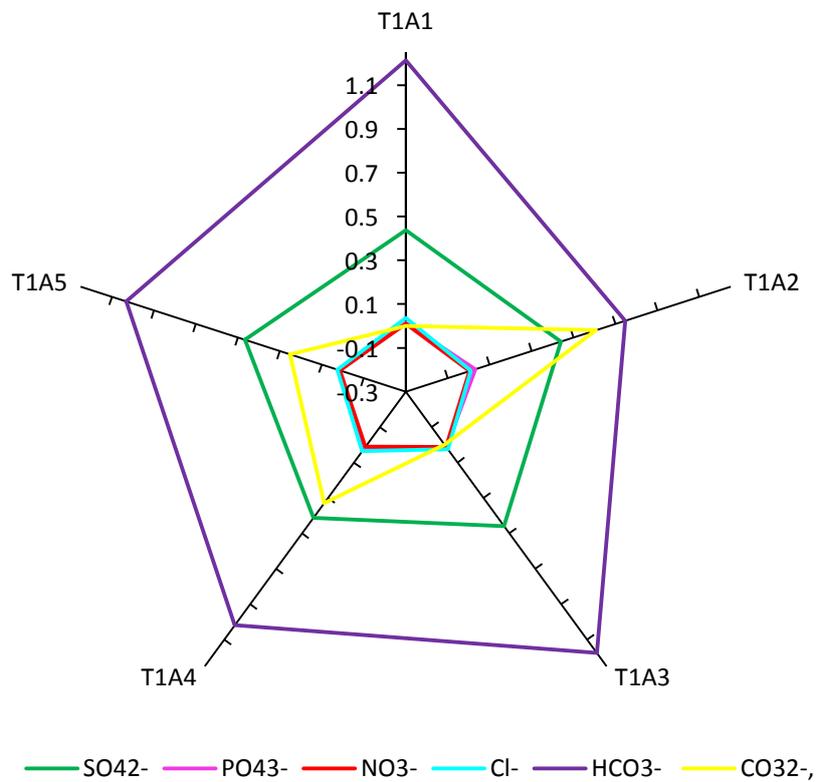
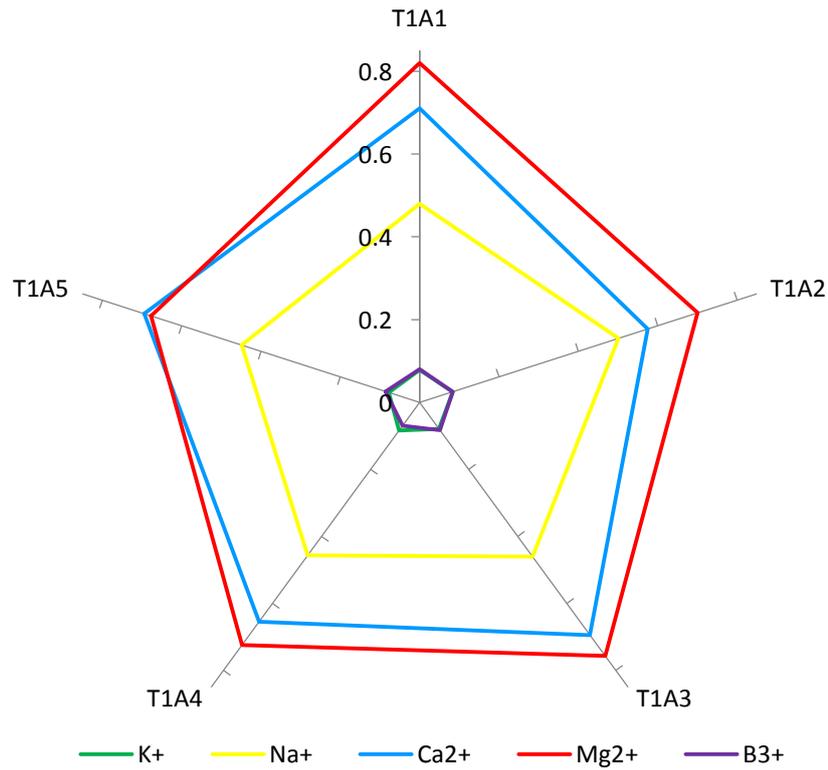
Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.4. DISTRIBUCIÓN DE ANIONES Y CATIONES

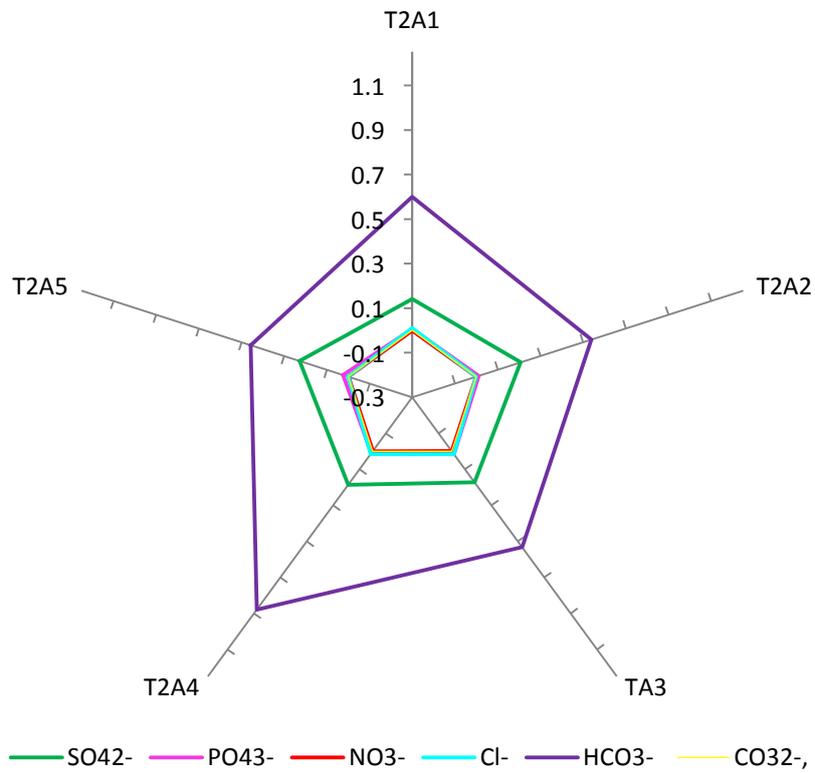
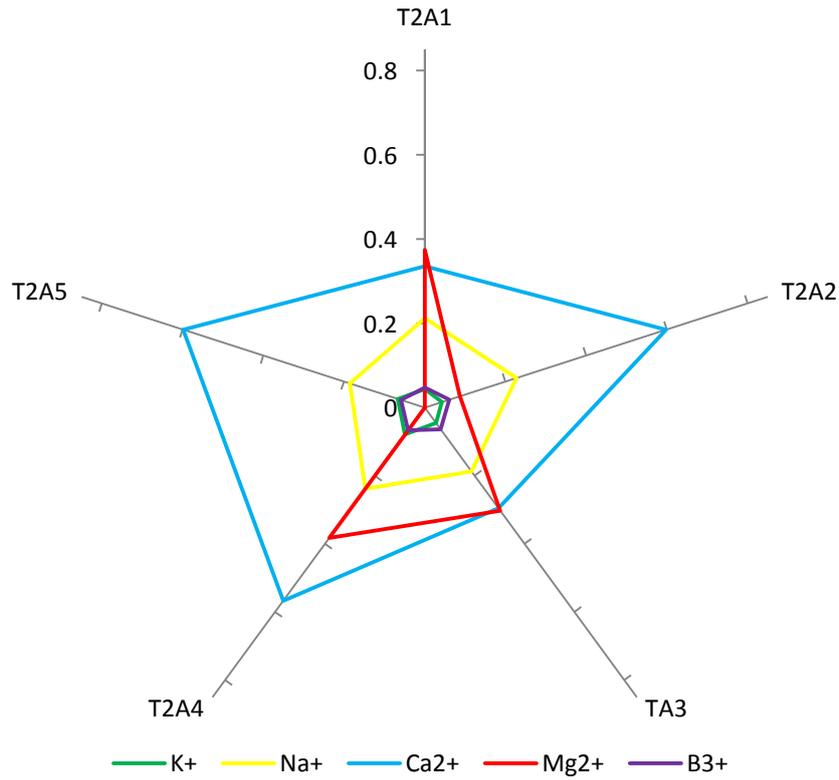
La concentración iónica de las aguas del Sistema de Riego El Pisque en el primer muestreo, con respecto a los cationes se apreció que la concentración de magnesio es mayor, mientras que los bicarbonatos prevalecen en el caso de los aniones (Figura 10).

Se observó que la muestra T1A1 tuvo una mayor concentración iónica lo cual indicó que el agua proveniente del Río Guachalá, que abastece al sistema de riego, tiene un mayor número de sales disueltas lo que se explica por la posibilidad de descargas de origen antropogénico respecto de los otros puntos de muestreo.

En el segundo muestreo se detectó que predomina la concentración de calcio sobre los demás cationes, y que la concentración de bicarbonatos es mayor en relación a los demás aniones (Figura 11). Al comparar los sitios de muestreo se observó que el punto T2A4 contiene una mayor concentración iónica y el sitio T1A5 la menor concentración respecto de los demás sitios.

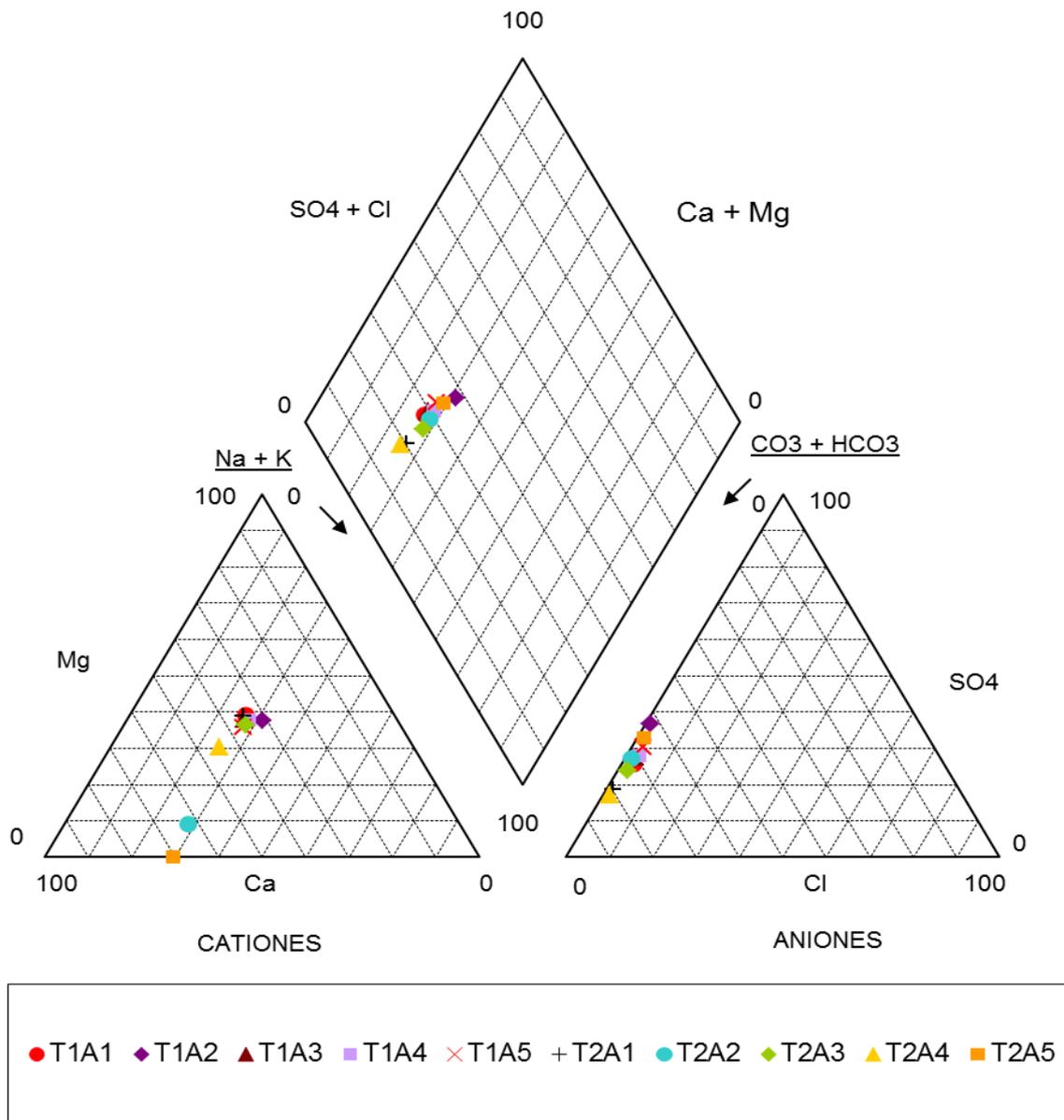


**Figura 10. Composición iónica del agua para el primer muestreo en el Sistema de Riego El Pisque.**



**Figura 11. Composición iónica del agua para el segundo muestreo en el Sistema de Riego El Pisque.**

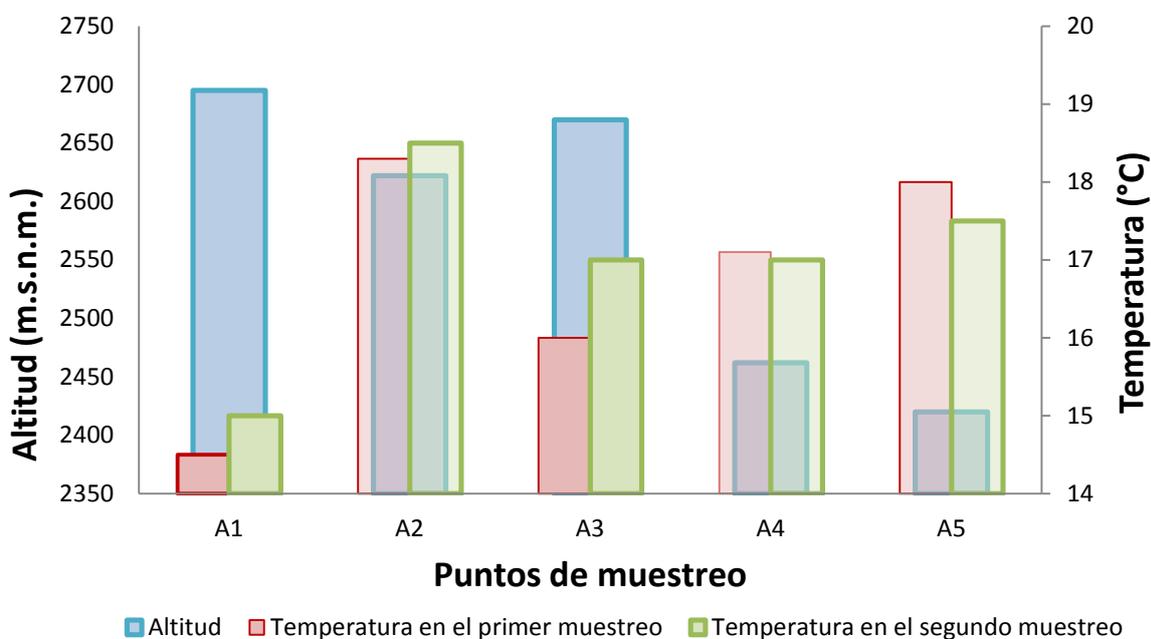
Utilizando el diagrama de Piper – Hill - Langelier (Figura 12) se tuvo que en los dos muestreos realizados las aguas del Sistema de Riego El Pisque son de tipo bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, sin embargo sus concentraciones no son tóxicas para las plantas y animales (Lillo, 2012).



**Figura 12. Composición iónica del agua para los dos muestreos utilizando el diagrama de Piper – Hill - Langelier en Sistema de Riego El Pisque.**

## Temperatura

El perfil de altitud de los puntos de muestreo y la temperatura del agua del Sistema de Riego El Pisque muestra una relación inversa directa, como se presenta en la Figura 13. La captación (A1) se encontró a una altura de 2695 m.s.n.m. y es el punto más alto del sistema de riego, el primer tramo del canal principal (A2) a 2622 m.s.n.m., el tercer punto es un reservorio para distribución de agua (A3) a 2670 m.s.n.m. , los canales secundarios (A4) a 2462 y finalmente los canales terciarios (A5) a 2420 m.s.n.m.



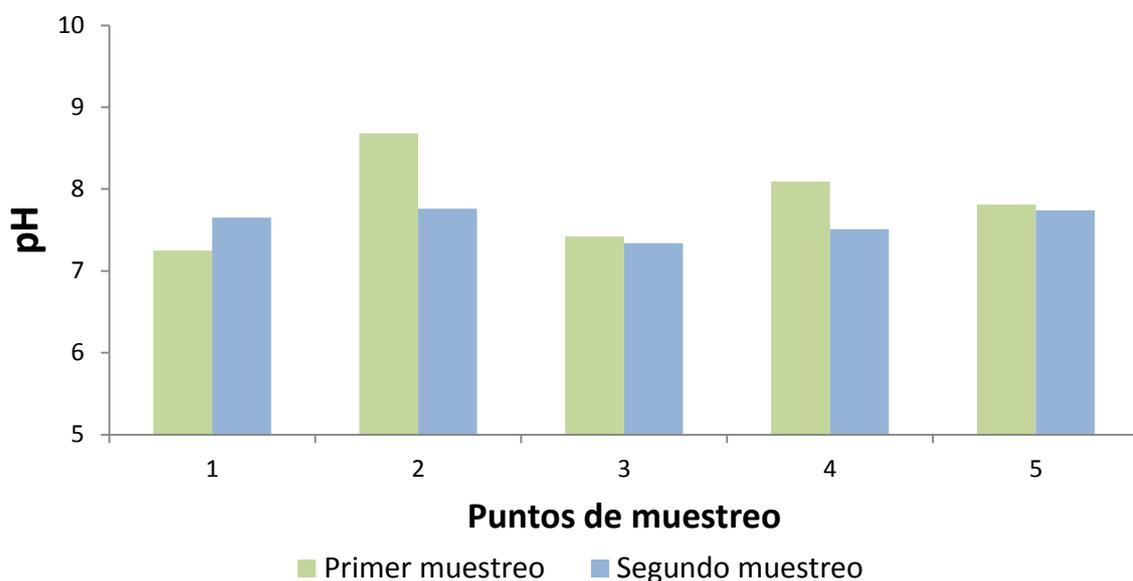
**Figura 13. Perfil altitudinal de los puntos de muestreo y temperatura del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

## Potencial Hidrógeno (pH)

El potencial hidrógeno es la medida directa de la acidez (1 a 7) o de la alcalinidad (7 a 14) del agua de riego. En términos químicos, es la forma de medir la concentración de los iones  $H^+$

presentes en el agua o en la solución nutritiva. El pH determina la solubilidad de las sales en el agua de riego.

En la Figura 14 se observó que el agua evaluada tiene un pH alcalino; en el primer muestreo los puntos T1A2 y T1A4 presentan un mayor valor con 8.68 y 8.09 respectivamente. En el segundo muestreo se observó que todas las muestras se encontraban en un rango de 7, pero se destaca el punto T2A2 y T2A4 con valores de 7.76 y 7.74 respectivamente.



**Figura 14. Perfil del pH del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

Las aguas de riego contienen cantidades significativas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) producto de la disolución de  $\text{CO}_2$  atmosférico y como consecuencia de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, parte de éste reacciona con el agua para dar origen al ácido carbónico y éste a su vez se disocia para dar iones carbonato y bicarbonato, proporcionando alcalinidad al agua (Lillo, 2012). El contenido de carbonatos y bicarbonatos presentes en las aguas dulces se originan por la meteorización de las rocas que contienen piedra caliza en presencia de  $\text{CO}_2$ . (Guerrero Hernández, 2001).

La relación teórica entre el pH del agua con el contenido de carbonatos y bicarbonatos se muestra en la Figura 15 y se comprueba en el primer muestreo donde el contenido promedio de bicarbonatos y carbonatos es 1.04 meq/L y 0.24 meq/L respectivamente para un valor de pH de 7.9 promedio. En el segundo muestreo se obtuvo una concentración promedio de bicarbonatos de 0.60 meq/L y ninguna concentración de carbonatos para un valor promedio de pH de 7.6.

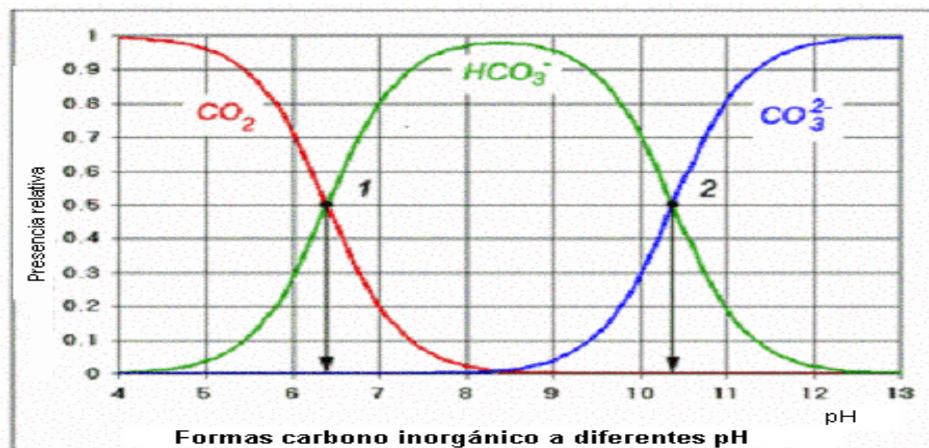


Figura 15. Relación entre el pH y la proporción relativa de carbono inorgánico:  $CO_2$ ,  $(HCO_3)^-$  y  $(CO_3)^{2-}$ .

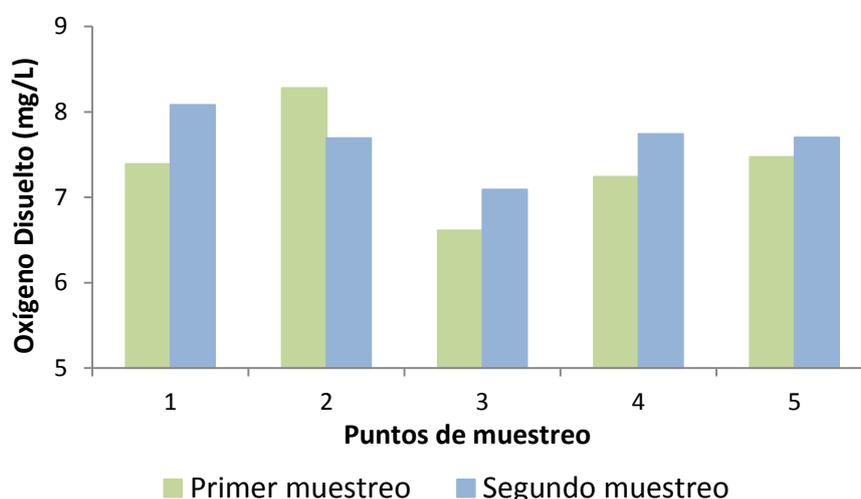
### Oxígeno Disuelto (OD)

El oxígeno disuelto es un elemento muy variable en los ecosistemas acuáticos y constituye un requisito nutricional esencial para la mayoría de los organismos vivos, además es importante en los procesos de fotosíntesis, oxidación – reducción, solubilidad de minerales y la descomposición de la materia orgánica (Goyenola, 2007).

La distribución de oxígeno en cuerpos de agua está determinada por el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, la producción fotosintética, el consumo respiratorio y por

procesos de advección <sup>(1)</sup> y es de suma importancia debido a que posibilita los procesos de purificación de las corrientes de agua (Arocena & Conde, 1999).

La concentración de oxígeno disuelto representada en la Figura 16 y Tabla 14 determinó que en el primer muestreo el punto T1A2 posee una mayor concentración de oxígeno disuelto con un valor de 8.28 mg/L y la menor concentración en el punto A3T1 con 6.61 mg/L, mientras que en el segundo muestreo se observó la mayor concentración en el punto A1T2 y la menor concentración en el punto A3T1 con 8.08 y 7.09 mg/L respectivamente.



**Figura 16. Perfil de la concentración de Oxígeno Disuelto en el agua del Sistema de Riego El Pisque.**

**Tabla 13. Calidad del agua en relación el porcentaje de saturación de oxígeno.**

Nivel de OD	Calidad del Agua	Saturación de Oxígeno (%)
Super saturación	Sobresaturada	>101
Excelente	Buena	90 – 100
Adecuado	Regular	80 – 89
Aceptable	Dudosa	60 – 79
Pobre	Contaminada	< 60

Fuente: (Arocena & Conde, 1999)

(1 Movimiento horizontal del aire causado principalmente por variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie)

En la Tabla 14 se determinó la calidad de agua de acuerdo al porcentaje de saturación de oxígeno disuelto presentado en la Tabla 13 y se encontró en el primer muestreo que los puntos T1A2 y T1A5 presentaron adecuadas concentraciones y por lo tanto un calidad regular para riego, mientras que las muestras T1A1, T1A3 y T1A4 tienen un nivel de oxígeno disuelto aceptable por lo que la calidad de agua es dudosa. En el segundo muestreo se encontró que todos los puntos tuvieron un nivel de oxígeno disuelto aceptable considerado como una calidad de agua dudosa.

**Tabla 14. Oxígeno disuelto del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Concentración de OD respecto a la Temperatura <sup>2</sup>	Saturación de Oxígeno (%)	Calidad
T1A1	14.50	7.39	10.36	71.33	Dudosa
T1A2	18.30	8.28	9.77	84.72	Regular
T1A3	16.00	6.61	10.10	65.43	Dudosa
T1A4	17.10	7.24	9.94	72.87	Dudosa
T1A5	18.00	7.47	9.81	76.13	Regular
T2A1	15.00	8.08	10.27	78.67	Dudosa
T2A2	18.50	7.69	9.75	78.88	Dudosa
T2A3	17.00	7.09	9.95	71.26	Dudosa
T2A4	17.00	7.74	9.95	77.79	Dudosa
T2A5	17.50	7.70	9.88	77.95	Dudosa

Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.5. CRITERIOS E ÍNDICES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

La calidad del agua para riego es importante desde el punto de vista económico, ecológico y político, razón por las cual han sido objeto de varios estudios los cuáles han determinado varios métodos y parámetros para el estudio (Del Valle, 1992).

<sup>2</sup> De acuerdo con (Monte, 2013).

#### 4.5.1. Metodología de Palacios y Aceves para determinar la calidad del agua para riego

Se proponen siete índices para determinar la calidad del agua para riego utilizados para indicar la aptitud o limitación del uso del agua tomando en cuenta sus características químicas tal como se muestra en la Tabla 15 (Pérez León, 2011).

**Tabla 15. Índices para determinar la calidad del agua para riego**

Crterios	Índices	Simbología
Contenido de sales solubles	– Conductividad eléctrica	CE
	– Salinidad efectiva	SE
	– Salinidad potencial	SP
Efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo	– Relación de adsorción de sodio	RAS
	– Carbonato de sodio residual	CSR
Contenido de elementos tóxicos para las plantas	– Contenido de boro	B
	– Contenido de cloruros	Cl <sup>-</sup>

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

##### 4.5.1.1. Contenido de sales solubles

El aumento en la concentración de sales solubles puede ocasionar disminución en el rendimiento de los cultivos, y pérdidas en las cosechas, debido al incremento de la presión osmótica en la solución del suelo que está en contacto con las raíces de las plantas, debido a que las plantas concentran su gasto de energía en absorber agua para sobrevivir y por ende disminuyen su crecimiento y nutrición (Armenta, 1998). En el caso contrario, la disminución en la concentración de sales, provoca un desbalance nutrimental de las plantas, reflejado en un menor crecimiento de raíces y vástagos (Preciado et.al., 2003).

Para estimar el contenido de sales solubles en el agua para riego y sus posibles efectos se utilizaron los siguientes índices:

**a) Conductividad eléctrica (CE)**

El agua pura es un mal conductor de la electricidad, por lo que la presencia de sales disueltas contribuye a conducirla en función de la cantidad presente, es por ello que la conductividad eléctrica constituye una medida indirecta de la cantidad de sales disueltas (Lomelí Meza, 2009).

Utilizando el criterio de la Tabla 16 con relación a la clasificación del agua respecto de la conductividad eléctrica del extracto saturado del suelo (INIA, 2011), en el Sistema de Riego El Pisque el grado de salinidad es bajo tanto en el primer como segundo muestreo y no tienen ningún efecto sobre el crecimiento de los cultivos de acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 17.

**Tabla 16. Clasificación del agua respecto a la conductividad eléctrica del extracto saturado.**

<b>Clasificación</b>	<b>Grado de salinidad</b>	<b>CE (dS/m)</b>	<b>Efecto en los cultivos</b>
A	Bajo	< 2	Ningún efecto sobre el crecimiento
B	Leve	2 a 4	Leve efecto sobre el crecimiento
C	Alto	4 a 8	Disminución en el rendimiento
D	Muy alto	8 a 16	Pocos cultivos soportan estas condiciones
E	Extremadamente alto	> 16	Mayores restricciones para los cultivos

Fuente: (INIA, 2011)

**Tabla 17. Conductividad eléctrica, grado de salinidad y efecto en los cultivos de las aguas del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	CE (dS/m)	Clasificación	Grado de salinidad	Efecto en los cultivos
T1A1	0.17	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T1A2	0.15	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T1A3	0.17	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T1A4	0.17	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T1A5	0.17	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T2A1	0.10	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T2A2	0.08	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T2A3	0.10	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T2A4	0.12	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento
T2A5	0.09	A	Bajo	Ningún efecto sobre el crecimiento

Fuente: Mencías, 2015.

#### **b) Salinidad efectiva (SE)**

Consiste en una estimación del peligro de las sales del agua en la solución del suelo, considera la precipitación de sales como el carbonato de calcio y magnesio, así como el sulfato de calcio (disminuye la precipitación con el aumento de la presión osmótica). Se presenta cuando las aguas son ricas en carbonatos y bicarbonatos (Marín et.al, 2001).

Se calcula en función de las siguientes fórmulas y bajo condiciones que se indican a continuación:

Si  $Ca^{2+} > (CO_3^{2-} + HCO_3^- + SO_4^{2-})$ , entonces

$$SE1 = \Sigma \text{ de cationes} - (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$$

Si  $Ca^{2+} < (CO_3^{2-} + HCO_3^- + SO_4^{2-})$  pero  $Ca^{2+} > (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ , entonces

$$SE2 = \Sigma \text{ de cationes} - Ca^{2+}$$

Si  $Ca^{2+} < (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$  pero  $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) > (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ , entonces

$$SE3 = \Sigma \text{ de cationes} - (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$$

Si  $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) < (CO_3^{2-} + HCO_3^-)$ , entonces

$$SE4 = \Sigma \text{ de cationes} - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

**Tabla 18. Clasificación del agua de riego según la salinidad efectiva**

Clasificación	Salinidad Efectiva (meq/L)
Buena	Menos de 3
Condicionada	De 3 a 15
No recomendable	Más de 15

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

Los resultados obtenidos en la Tabla 19 para el primer y segundo muestreo indicaron que la clasificación del agua de acuerdo a la salinidad efectiva es buena con base a la clasificación del agua presentada en la Tabla 18 por lo que no representó un peligro su uso la agricultura del área del proyecto en estudio, debido al alto contenido de carbonatos y bicarbonatos en relación con el calcio y magnesio.

**Tabla 19. Determinación de la salinidad efectiva en las aguas del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	Salinidad Efectiva	
	(meq/L)	Clasificación
T1A1	0.88	Buena
T1A2	0.58	Buena
T1A3	0.82	Buena
T1A4	0.57	Buena
T1A5	0.62	Buena
T2A1	0.36	Buena
T2A2	0.36	Buena
T2A3	0.30	Buena
T2A4	0.39	Buena
T2A5	0.25	Buena

Fuente: Mencías, 2015.

**c) Salinidad potencial (SP)**

Cuando la humedad del suelo es menor al 50%, los Cloruros [Cl<sup>-</sup>] y Sulfatos [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] se acumulan en la solución del suelo, por lo que es necesario determinar su peligro potencial, se calcula es base a la siguiente fórmula:

$$SP = (Cl)^{-} + ((SO_4)^{2-}/2) \text{ (Aguilera \& Martínez, 1996).}$$

En las muestras de agua para riego analizadas (Tabla 21) se determinó que la clasificación del agua es buena, es decir que, no se presentan problemas por los iones cloruros y sulfatos usando el criterio dado en la Tabla 20.

**Tabla 20. Clasificación del agua para riego según la salinidad potencial**

Clasificación	Salinidad Potencial (meq/L)
Buena	Menos de 3
Condicionada	De 3 a 15
No recomendable	Más de 15

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

**Tabla 21. Determinación de la salinidad potencial de las aguas del Sistema de Riego El**

**Pisque.**

No. Muestra	Salinidad Potencial	
	(meq/L)	Clasificación
T1A1	0.25	Buena
T1A2	0.23	Buena
T1A3	0.26	Buena
T1A4	0.24	Buena
T1A5	0.26	Buena
T2A1	0.08	Buena
T2A2	0.10	Buena
T2A3	0.10	Buena
T2A4	0.11	Buena
T2A5	0.11	Buena

Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.5.1.2. Efecto probable del sodio sobre las características físicas del suelo

La alta concentración de sodio en el suelo en relación a otros cationes disueltos en la solución, provoca la dispersión o de-floculación del suelo, por lo tanto la pérdida de su estructura, lo que ocasiona disminución en la disponibilidad del agua para las plantas por una mala aireación y permeabilidad (Bautista Carrascosa, 2011).

Se determinó en función de los siguientes índices:

##### a) Relación de adsorción de sodio (RAS)

Es un índice común para medir el peligro de sodificación que presenta el agua de riego, su cálculo está correlacionado con el porcentaje de sodio intercambiable (PSI<sup>3</sup>) del suelo que está en equilibrio con el agua de riego, por lo que mientras mayor es el valor del RAS mayor es el valor del PSI y mayor el peligro de sodificación (Del Valle, 1992).

**Tabla 22. Clasificación de las aguas de riego según la relación de adsorción de sodio.**

Clasificación	RAS (meq/L)	
	CE = 0.1 dS/m	CE = 0.75 dS/m
S.1. Bajo en sodio	0 – 10	0 - 6
S.2. Media en sodio	10 -18	6 - 12
C.3. Alta en sodio	18 – 26	12 -18
C.4. Muy alta en sodio	>26	> 18

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 23 para ambos muestreos se apreció que las aguas son bajas en sodio con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio

<sup>3</sup> El PSI se define como el grado de saturación del complejo e intercambio del suelo con sodio).

intercambiable, por lo que no existen problemas de sodicidad y no requieren prácticas especiales de manejo en base a la clasificación dada en la Tabla 22.

**Tabla 23. Relación de adsorción de sodio del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	CE (dS/m)	RAS	
		(meq/L)	Clasificación
T1A1	0.17	0.55	Baja en sodio
T1A2	0.15	0.63	Baja en sodio
T1A3	0.17	0.54	Baja en sodio
T1A4	0.17	0.55	Baja en sodio
T1A5	0.17	0.54	Baja en sodio
T2A1	0.10	0.36	Baja en sodio
T2A2	0.08	0.39	Baja en sodio
T2A3	0.10	0.34	Baja en sodio
T2A4	0.12	0.35	Baja en sodio
T2A5	0.09	0.34	Baja en sodio

Fuente: Mencías, 2015

#### **b) Carbonato de Sodio Residual (CSR)**

De acuerdo con Pérez (2011), cuando se presentan mayores concentraciones de carbonatos y bicarbonatos en relación al calcio más magnesio, existe la posibilidad de que se forme carbonato de sodio y puede permanecer en la solución del suelo a pesar de que exista precipitado de carbonatos de calcio y magnesio debido a la alta solubilidad, lo cual puede conducir a la defloculación del suelo.

Para calcular el CSR se utiliza la fórmula:

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}).$$

Cuando la diferencia es negativa el valor de CSR puede suponerse igual a cero.

**Tabla 24. Clasificación de las aguas para riego de acuerdo al contenido de carbonato de sodio residual.**

<b>Clasificación</b>	<b>CSR (meq/L)</b>
Buena	Menos de 1.25
Condicionada	De 1.25 a 2.50
No recomendable	Más de 4.0

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

En la Tabla 25 se presenta la clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque utilizando el criterio que sostiene Palacios & Aveces (1970) en la Tabla 24 y se determinó que las aguas son buenas en relación al contenido de carbonato de sodio residual por lo que no se espera problemas en los suelos agrícolas, esto se debe a que existe contenido bajo de carbonato en los puntos muestreados que a su vez se combina con el calcio y se precipita y no existe suficiente cantidad para que se combine con el sodio.

**Tabla 25. Carbonato de sodio residual del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

<b>No. Muestra</b>	<b>CE (dS/m)</b>	<b>CSR</b>	
		<b>(meq/L)</b>	<b>Clasificación</b>
T1A1	0.17	-0.32	Buena
T1A2	0.15	0.08	Buena
T1A3	0.17	-0.28	Buena
T1A4	0.17	-0.03	Buena
T1A5	0.17	-0.09	Buena
T2A1	0.10	-0.11	Buena
T2A2	0.08	-0.15	Buena
T2A3	0.10	-0.07	Buena
T2A4	0.12	-0.07	Buena
T2A5	0.09	-0.14	Buena

Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.5.1.3. Contenido de elementos tóxicos para las plantas

Existen elementos que se encuentran en las aguas para riego que se constituyen como tóxicos para las plantas aún en pequeñas cantidades, entre los principales están Boro [ $B^{3+}$ ], Cloruros [Cl] y Sodio [ $Na^{2+}$ ] y sus niveles tóxicos se detallan en la Tabla 26 y Tabla 27 (Pérez León, 2011).

Las concentraciones altas de cloro ocasionan quemaduras en las hojas, disminuyen la fotosíntesis e inhiben la absorción de nitratos. La toxicidad del sodio se produce en la membrana celular y la competencia por los sitios de enlace del potasio que está asociada con el metabolismo celular (Villa et.al, 2006).

La alta concentración de sodio, desplaza los iones de calcio de los sitios de enlace de la membrana celular en la raíz y altera la permeabilidad causando la salida del potasio y favoreciendo la entrada del sodio (Cramer, Alberico, & Schmidt, 1994).

La salinidad del suelo es un problema que se incrementa en las regiones semiáridas o áridas del mundo como consecuencia de una baja precipitación, un mal manejo del agua para riego y la fertilización (Arvelo et.al, 2006).

**Tabla 26. Niveles tóxicos de iones específicos en las agua para riego.**

Boro (meq/L)	Sodio (meq/L)	Grado de restricción
< 0.7	< 3	Ninguno
0.7 – 3	3 – 9	Ligero a moderado
> 3	> 9	Severo

Fuente: (Palacios & Aveces, 1970)

**Tabla 27. Riesgo de toxicidad por cloruro en plantas a diferentes niveles de cloruro en el agua de riego.**

<b>Cloruro en agua (meq/L)</b>	<b>Comentario</b>
< 2	En general, seguro para todos los cultivos.
2 -4	Plantas sensibles muestran normalmente síntomas de toxicidad leve a moderada
4 -10	Plantas moderadamente tolerantes muestran efectos de toxicidad leves a sustanciales
> 10	Puede causar problemas severos

Fuente: (Libro azul, 2002)

Las concentraciones de boro menores a 0.3 meq/l son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como el la floración, cuajado de los frutos y formación de las semillas debido a que forma parte de los órganos reproductores.

Las fuentes de boro antropogénico son los efluentes domésticos, debido a su presencia en los blanqueadores y detergentes que lo incorporan en su composición (British Columbia Ministry of Environment, 1981).

Los suelos ricos en materia orgánica, tales como suelos turbosos, con estiércol y los pobres en drenaje suelen ser deficientes en boro debido a que éste es retenido en la materia orgánica. Aguilar (1997) señala que las deficiencias de boro se presentan en suelos alcalinos.

Los niveles de Boro ( $B^{3+}$ ), Cloruros ( $Cl^{-}$ ) y Sodio ( $Na^{2+}$ ) contenidos en las aguas del Sistema de Riego, utilizando los criterios de la Tabla 26 y Tabla 27, son bajos por lo que no presentaron ningún grado de restricción y es seguro su uso para todos los cultivos (Tabla 28).

**Tabla 28. Nivel de elementos tóxicos para las plantas en el agua del Sistema de Riego El**

**Pisque**

No. Muestra	Sodio		Boro		Cloro	
	meq/L	Grado de restricción	meq/L	Grado de restricción	meq/L	Comentario
T1A1	0.48		0.08		0.04	
T1A2	0.50		0.08		0.01	Seguro para todos los cultivos
T1A3	0.46	Ninguno	0.08	Ninguno	0.03	
T1A4	0.46		0.07		0.04	
T1A5	0.45		0.09		0.03	
T2A1	0.21		0.05		0.01	
T2A2	0.23		0.06		0.00	Seguro para todos los cultivos
T2A3	0.19	Ninguno	0.06	Ninguno	0.02	
T2A4	0.24		0.07		0.02	
T2A5	0.19		0.06		0.00	

Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.5.1.4. Nitratos y fosfatos en las aguas para riego

Es frecuente encontrar contenidos significativos de fósforo en las aguas, provenientes de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales y de la escorrentía y erosión de tierras agrícolas. (Iida & Shock, 2009).

El nitrógeno y fósforo que llega a los cuerpos de agua puede ocasionar problemas de eutrofización, es decir el incremento de nutrientes inorgánicos de un ecosistema acuático, el lirio de agua es un ejemplo, las mismas que evaporan grandes cantidades de agua y cuando éstas mueren consumen el oxígeno disuelto presente ocasionando condiciones anaerobias y un aumento en la concentración de contaminantes (Lomelí Meza, 2009).

La única forma significativa de fósforo inorgánico es el orto-fosfato  $(PO_4)^{-3}$  y los niveles de fósforo total en cuerpos de agua que se usan para caracterizar la contaminación de dichos hábitat como se observan en la Tabla 29.

Los niveles de fósforo son menores en regiones montañosas y se incrementó en tierras bajas con depósitos rocosos sedimentarios al igual que los lagos, pantanos o Ciénegas ricos en materia orgánica.

El problema de la contaminación por nitratos se debe a la aplicación excesiva e incorrecta de fertilizantes, generalmente sobre el requerimiento del cultivo acompañado de prácticas de riego poco eficientes, que favorecen el lixiviado y acumulación en los acuíferos (Sanz & GAP - Recursos, 2008).

**Tabla 29. Criterios de concentración de fosfatos y nitratos en el agua de riego**

Fosfatos (meq/L)	Nitratos (meq/L)	Calidad del agua
< 0.003	< 0.16	Buena
0.003 – 0.022	0.16 – 0.4	Media
> 0.022	> 0.8	Baja

Fuente: Lavie et.al., 2010 y Sanz & GAP - Recursos, 2008.

De acuerdo con la categorización antes propuesta, en el sistema de riego en estudio, se observó una concentración baja de nitratos en el primer muestreo y ninguna concentración en el segundo muestreo por lo que la calidad del agua es buena y no representa peligro para los cultivos agrícolas (Tabla 30).

Al analizar los niveles de fosfatos presentes en el primer muestreo se detectó solo en el punto T1A2 que la calidad del agua respecto del contenido de fosfatos es baja, este comportamiento localizado, probablemente se debe al efecto de descargas de origen doméstico cargadas de deyecciones, jabones y/de limpieza, detergentes o incorrecta aplicación de fertilizantes. En el segundo muestreo se encontró que la calidad del agua es media en todos los puntos de muestreo y no representan una limitante para los cultivos que se debe considerar en los calendarios de aplicación de fertilizantes.

**Tabla 30. Nitratos y fosfatos en el agua del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	$(\text{NO}_3)^-$		$(\text{PO}_4)^{3-}$	
	meq/L	Calidad	meq/L	Calidad
T1A1	0.01	Buena	0.01	Media
T1A2	0.00		0.03	Baja
T1A3	0.01		0.01	Media
T1A4	0.01		0.02	Media
T1A5	0.01		0.02	Media
T2A1	0.00		0.01	Media
T2A2	0.00		0.01	Media
T2A3	0.00		0.02	Media
T2A4	0.00		0.01	Media
T2A5	0.00		0.02	Media

Fuente: Mencías, 2015.

#### 4.5.2. Metodología de Richards (Riverside) para determinar el grado de salinidad de las aguas

Este sistema utiliza la medida de la conductividad eléctrica para determinar el riesgo de salinización del suelo y el cálculo de la Relación de Adsorción de Sodio para determinar el riesgo de sodificación o alcalización (Richards, 1954).

Este autor define seis clases de riesgo de salinización (Tabla 31), cada una de las cuales tiene una limitante de uso para riego.

**Tabla 31. Clasificación de las aguas para riego de acuerdo a su conductividad eléctrica.**

Clase	Peligro de salinización	CE (dS/m) a 25 °C
C1	Bajo	0.10 – 0.25
C2	Moderado	0.25 – 0.75
C3	Medio	0.75 – 2.25
C4	Alto	2.25 – 4.00
C5	Muy alto	4.00 – 6.00
C6	Excesivo	6.00 – 10.00

Fuente: (Richards, 1954)

**GRUPO C1:** Agua de “Baja Salinidad”, apta para el riego de cualquier cultivo, en cualquier tipo de suelo, con baja o nula probabilidad de generar salinidad en los suelos, salvo en suelos muy poco permeables en los que se deberá intercalar riegos de lavado.

**GRUPO C2:** Este tipo de aguas se consideran como de “Salinidad Moderada”; pueden usarse para el riego de cultivos, a condición de que exista cuando menos, un lavado moderado de los suelos. La mayoría de cultivos, resisten esta agua, sin prácticas especiales de control. Es suelos poco permeables se recomienda elegir un cultivo resistente a la salinidad.

**GRUPO C3:** Este tipo de aguas se consideran como de “Salinidad Moderada” y solamente deben usarse en suelos con buen drenaje y en cultivos resistentes a las sales.

**GRUPO C4:** Es te tipo de aguas se consideran como de “Salinidad Alta” y en muchos casos no son recomendables para riego. Sólo deben usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso. Sólo para cultivos muy tolerantes a la salinidad.

**GRUPO C5:** Agua de “Salinidad Muy Alta”. Sólo debe usarse en casos muy especiales, extremando las precauciones. Inapropiada para riego.

**GRUPO C6:** Agua no aconsejable para el riego en ningún caso. Realizar riegos de lavado en la medida que la lluvia no sea suficientemente frecuente e intensa para provocar lixiviación de las sales acumuladas.

Por otro lado, la clasificación de la peligrosidad de sodificación del agua en relación al índice RAS se detalla en la Tabla 32.

**Tabla 32. Clasificación del agua de riego en relación a su relación de adsorción de sodio.**

Clase	Clasificación	RAS
S1	Baja	< 10
S2	Mediana	10 – 18
S3	Alta	18 – 26
S4	Muy Alta	> 26

Fuente: (Richards, 1954)

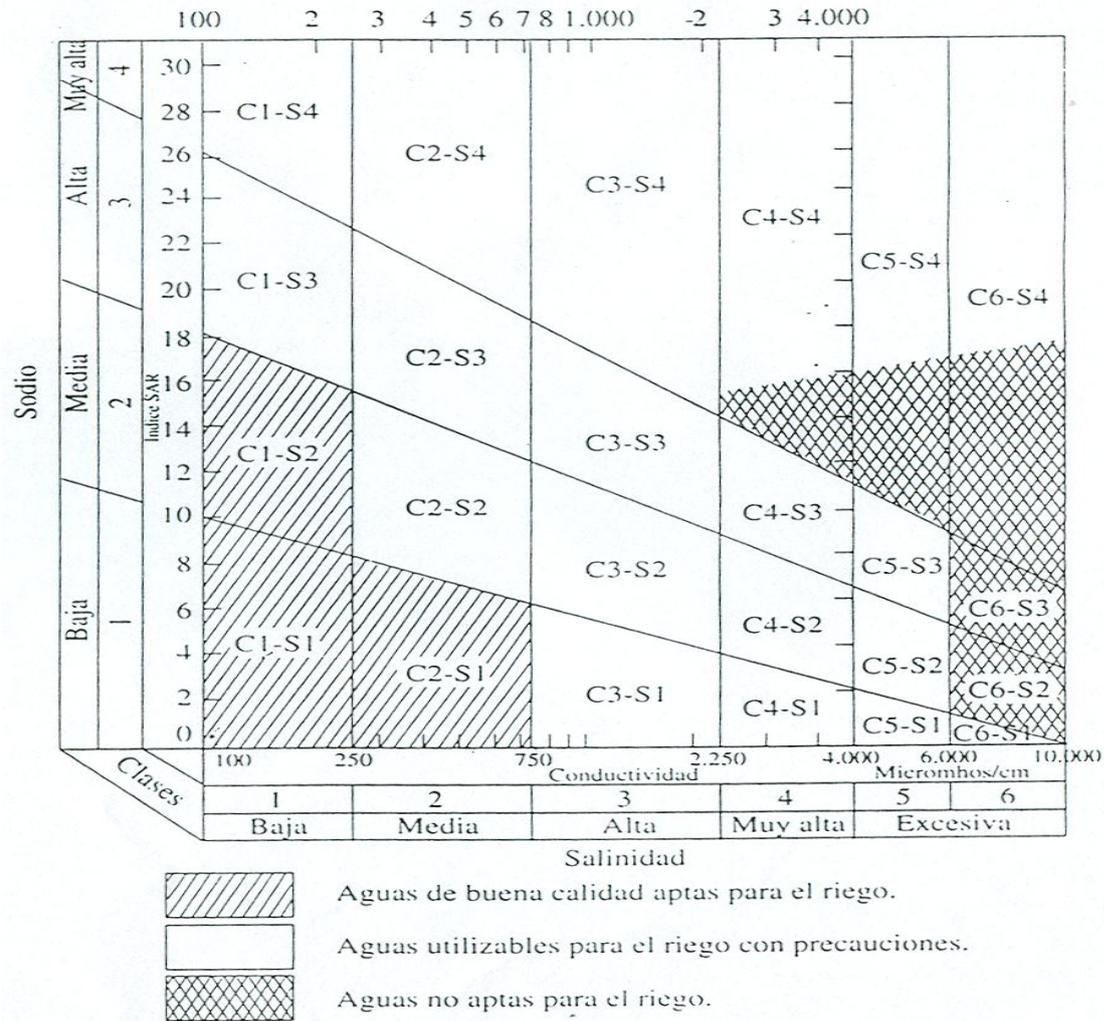
**GRUPO S1:** Son aguas de bajo contenido en sodio, útiles para el riego de la mayoría de suelos y cultivos.

**GRUPO S2:** Son aguas de mediano contenido en sodio, útiles para el riego de suelos de textura gruesa o de suelos orgánicos con buena permeabilidad. En suelos de textura fina puede elevarse el sodio de intercambio, lo cual puede atenuarse con aplicaciones de yeso.

**GRUPO S3:** Son aguas de alto contenido en sodio, solo aplicables a suelos altos contenidos de yeso o a suelos con prácticas especiales de manejo. No son útiles para el riego de cultivos altamente sensibles al sodio, como lo son la mayoría de frutales.

**GRUPO S4:** Son aguas de muy alto contenido en sodio, prácticamente inadecuadas para el riego de la mayoría de suelos y cultivos.

En la Figura 17 se observa el esquema propuesto para clasificar las aguas de riego según las Normas Riverside (Richards, 1954).

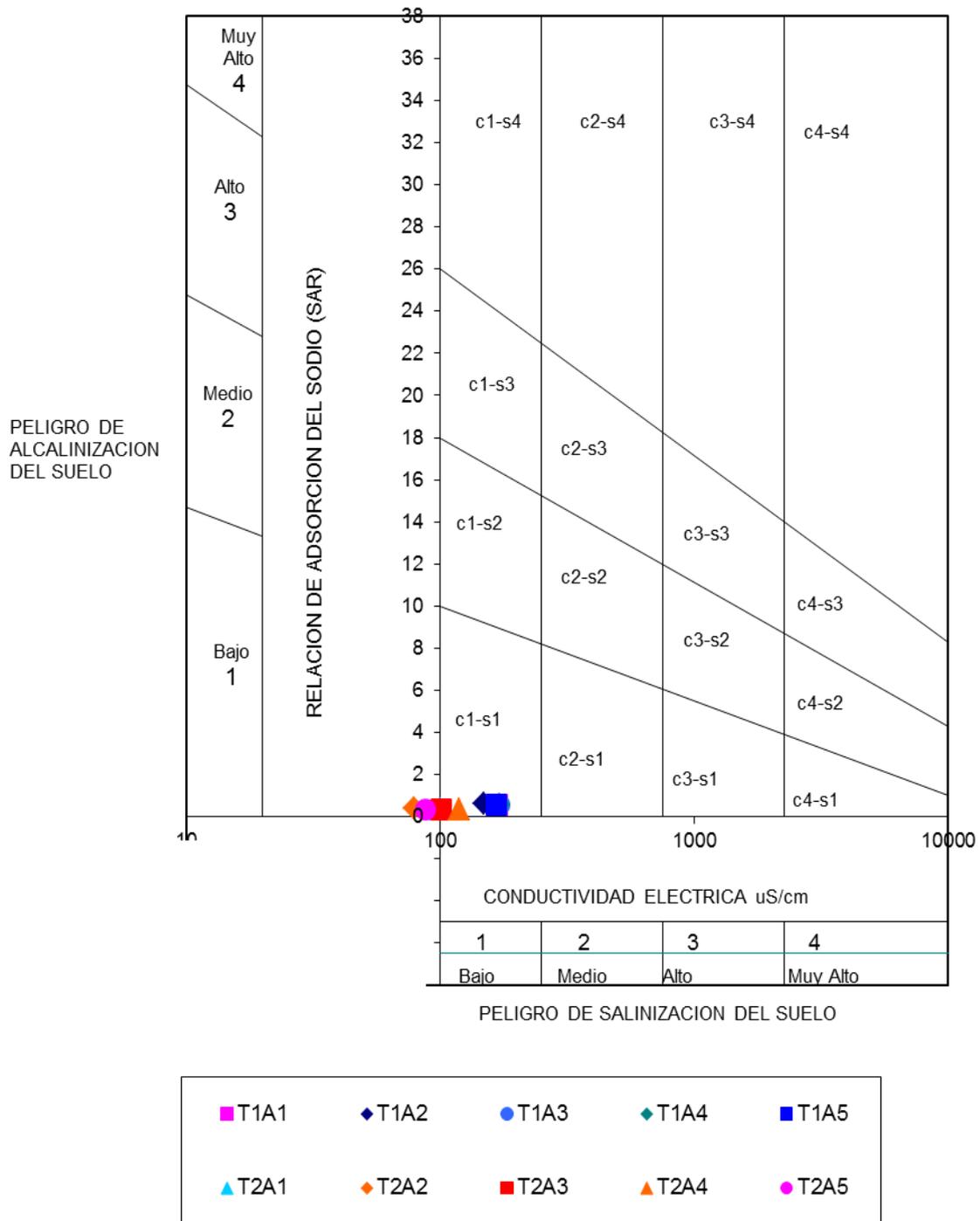


Fuente: (Richards, 1954)

**Figura 17. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego**

La clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo a la Norma de Riverside se aprecia en la Figura 18 y en la Tabla 33, determinando que las aguas en estudio son de buena calidad, aptas para riego debido a que tienen bajo peligro de alcalinización y sodificación.

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



Fuente: Mencías, 2015

**Figura 18. Clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo a la Norma de Riverside en el primer y segundo muestreo**

**Tabla 33. Clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo a la Norma de Riverside**

No. Muestra	RAS (Riverside)	CE (dS/m)	Peligro de salinización		Peligro de sodificación	
			Criterio	Clase	Criterio	Clase
T1A1	0.55	0.17				
T1A2	0.63	0.15				
T1A3	0.54	0.17	Bajo	C1	Bajo	S1
T1A4	0.55	0.17				
T1A5	0.54	0.17				
T2A1	0.36	0.10				
T2A2	0.39	0.08				
T2A3	0.34	0.10	Bajo	C1	Bajo	S1
T2A4	0.35	0.12				
T2A5	0.34	0.09				

Fuente: Mencías, 2015

#### 4.5.3. Metodología de Ayers y Westcott (FAO) para determinar la salinidad del agua

##### 4.5.3.1. Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

Después de la aplicación de riego, la cantidad de calcio en la solución del suelo puede variar debido a la disolución o precipitación del mismo, por lo que se establece un nuevo equilibrio (Ayers & Wescot, 1987).

Sin embargo la ecuación del RAS no considera estos cambios, es por ello que se propuso una alternativa que ajusta la concentración del calcio en el agua al valor de equilibrio esperado después del riego, incluye, además, los efectos del dióxido de carbono, del bicarbonato y de la salinidad, sobre el calcio contenido inicialmente en el agua de riego y que no forma parte del agua del suelo (Ayers & Wescot, 1987).

Este procedimiento se denomina Relación de Adsorción de Sodio Corregida ( $RAS_0$ ) y supone la existencia de una fuente de calcio en el suelo como la caliza u otros minerales como los silicatos y la inexistencia de precipitación del magnesio.

El RAS corregido puede ser utilizado para prever mejor los problemas de infiltración causados por concentraciones relativamente altas de sodio, o bajas de calcio, en las aguas de riego.

El RAS corregido se calcula mediante la siguiente expresión (Ayers & Wescot, 1987):

$$RAS^o = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+})^o + Mg^{2+}}{2}}}$$

Dónde:

$(Ca^{2+})^o$  = contenido corregido del ión calcio en el agua de riego, meq/L.

El valor de  $(Ca^{2+})^o$  es el contenido del ión calcio en el agua de riego, corregido por la salinidad del agua (conductividad), por el contenido de bicarbonato en relación a su propio contenido de calcio ( $HCO_3^-/Ca^{2+}$ ) y por la presión parcial del dióxido de carbono ejercida en los primeros milímetros de suelo ( $P = 0.0007 \text{ atm.}$ ).

**Tabla 34. Intervalos y categorías para la clasificación de aguas para riego de acuerdo a la salinidad**

	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO		
	Ninguno	Ligero o moderado	Severo
Problema potencial: Salinidad			
CE	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Problema potencial: Infiltración			
RAS ente 0 – 3 y CE =	> 0.7	0.7 – 0.2	< 0.2
RAS ente 3 – 6 y CE =	> 1.2	1.2 – 0.3	< 0.3
RAS ente 6 – 12 y CE =	> 1.9	1.9 – 0.5	< 0.5
RAS ente 12 – 20 y CE =	> 2.9	2.9 – 1.3	< 1.3
RAS ente 20 – 40 y CE =	> 5.0	5.0 – 2.9	< 2.9

Fuente: (Ayers & Wescot, 1987).

Del análisis de la conductividad eléctrica de la Tabla 34 y de acuerdo al criterio de la Tabla 35, se determinó que en el primer y segundo muestreo las aguas no tienen ningún grado de restricción de uso para riego agrícola, por lo que se recomienda incorporar prácticas de

manejo como incorporación de enmiendas, mejorar el manejo del riego, adición de materia orgánica y reducir el laboreo.

Mediante el cálculo de la  $RAS_0$  presentado en la Tabla 35 se detectó para los dos muestreos que las aguas del Sistema de Riego El Pisque tuvieron un grado de restricción severo, afectando directamente en la infiltración del agua en el suelo por la pérdida de su estructura. Aragües (2011) sostiene que un suelo es más estable cuando es la RAS es menor a cierta conductividad eléctrica y que a cierta RAS un suelo es más estable conforme es mayor la conductividad eléctrica.

**Tabla 35. Relación de adsorción de sodio por el método FAO del agua del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	$RAS_0$ (FAO)	CE (dS/m)	Grado de restricción
T1A1	0.75	0.17	Severo
T1A2	0.85	0.15	Severo
T1A3	0.75	0.17	Severo
T1A4	0.76	0.17	Severo
T1A5	0.77	0.17	Severo
T2A1	0.49	0.10	Severo
T2A2	1.09	0.08	Severo
T2A3	0.48	0.10	Severo
T2A4	0.54	0.12	Severo
T2A5	11.33	0.09	Severo

Fuente: Mencías, 2015

#### 4.5.3.2. Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)

Para valorar la calidad de un agua destinada a riego es importante tener en cuenta el incremento de PSI del suelo, debido a los fenómenos de adsorción de sodio desde el agua por intercambio catiónico (Suarez, 1981).

El porcentaje de sodio intercambiable es el parámetro que mejor puede correlacionarse con la posible alteración del estado estructural del suelo (disminuyendo su permeabilidad) y con los efectos tóxicos en los cultivos debido al sodio. Por ello una evaluación racional del riesgo de sodicidad potencial de un agua debe realizarse en base a un parámetro que se correlacione de forma satisfactoria con el PSI del suelo que resulta del riego con esa agua (Suarez, 1981).

El PSI se calcula mediante la siguiente ecuación (Calderón, 2002):

$$P.S.I. = \frac{[Na^+]}{\sum \text{Cationes}} (\text{meq/L}) \times 100$$

**Tabla 36. Clasificación de las aguas de acuerdo al PSI.**

Clasificación	Criterios
Aguas salinas	CE > 4 dS/m y PSI < 15
Aguas alcalinas	CE < 4 dS/m y PSI > 15
Aguas salino -alcalinas	CE > 4 dS/m y PSI > 15
Aguas normales	CE < 4 dS/m y PSI < 15

Fuente: (Badia, 1992)

**Tabla 37. Porcentaje de sodio intercambiable de las aguas de Sistema de Riego el Pisque según su PSI.**

No. Muestra	CE (dS/m)	PSI	
		Valor (%)	Clasificación
T1A1	0.17	22.97	Aguas alcalinas
T1A2	0.15	26.95	Aguas alcalinas
T1A3	0.17	23.13	Aguas alcalinas
T1A4	0.17	23.80	Aguas alcalinas
T1A5	0.17	23.64	Aguas alcalinas
T2A1	0.10	21.94	Aguas alcalinas
T2A2	0.08	23.82	Aguas alcalinas
T2A3	0.10	22.58	Aguas alcalinas
T2A4	0.12	18.80	Aguas alcalinas
T2A5	0.09	21.79	Aguas alcalinas

Fuente: Mencías, 2015.

Al realizar el análisis de clasificación de las aguas del Sistema de Riego El Pisque de acuerdo al PSI presentado en la Tabla 36 se observó que en los dos muestreos realizados las aguas son alcalinas, cuyo porcentaje de sodio intercambiable es alto aun cuando no tiene sumas apreciables de sales solubles, situación que determina la dispersión de las partículas del suelo.

#### 4.5.3.3. Índice de Scott y Clasificación de Stabler para determinar la alcalinidad de las aguas

Este índice es también conocido como "coeficiente de álcali" y representado por K. Se define como la altura en pulgadas de agua que por la evaporación daría suficiente cantidad de sales para hacer un espesor de suelo de cuatro pies, perjudicial para las plantas más sensibles (Canovas, 1986).

Para calcular el índice de Scott se tiene:

- Si,  $Na^+ - 0.65 Cl^- \leq 0$  concentración en mg/L
- o bien,  $Na^+ \leq Cl^-$  concentración en meq/L

el valor de K viene dado por:

$$K = \frac{2040}{Cl^-}$$

concentración en mg/L.

- Si,  $0 \leq Na^+ - 0.65 Cl^- \leq 0.48 SO_4^{2-}$  concentración en mg/L
- o bien,  $Cl^- < Na^+ \leq Cl^- + SO_4^{2-}$  concentración en meq/L

el valor de K es:

$$K = \frac{6620}{2.6 Cl^- + Na^+}$$

concentración en mg/L.

- Si,  $Na^+ - 0.65 Cl^- \geq 0.48 SO_4^{2-}$  concentración en mg/L

o bien,  $Na^+ \geq Cl^- + SO_4^{2-}$  concentración en meq/L

El valor de K es:

$$K = \frac{662}{Na^+ - 0.32 Cl^- - 0.42 SO_4^{2-}}$$

Dónde la concentración se expresa en mg/L.

Conocido el valor de K, Stabler considera cuatro clases de aguas, que son:

- **K > 18:** "Buena". Se puede usar durante muchos años sin tener que tomar precauciones para prevenir la acumulación de sales.
- **K: 18-6:** "Tolerable". Hay que tener especial cuidado para impedir la acumulación de sales, excepto en suelos con drenaje libre.
- **K: 6-1.2:** " Insignificante". Es imprescindible seleccionar los suelos y frecuentemente es necesaria la práctica del drenaje artificial.
- **K < 1.2:** "Mala". Prácticamente no es utilizable para el riego.

**Tabla 38. Clasificación del agua en estudio de acuerdo índice de Scott.**

No. Muestra	Índice K	Clase
T1A1	2326.73	Buena
T1A2	2112.97	Buena
T1A3	2552.13	Buena
T1A4	2429.42	Buena
T1A5	2704.04	Buena
T2A1	4439.70	Buena
T2A2	4703.44	Buena
T2A3	5964.93	Buena
T2A4	4267.61	Buena
T2A5	7411.01	Buena

Fuente: Mencías, 2015

Como se observó en la Tabla 38 el agua del sistema de riego se clasificó como buena, de acuerdo al Índice Scott, por lo que es recomendada para regadío.

#### 4.5.3.4. Dureza

Un índice que se suele encontrar en los estudios de aguas es el *grado de dureza*, que se refiere al contenido de calcio y magnesio en aquellas. En general, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos pesados y compactos. Cuando se trata de rescatar suelos con excesivo contenido en sodio, es muy aconsejable, a ser posible, el empleo de aguas duras.

El cálculo de la dureza del agua, expresada en grados franceses, se hace aplicando la siguiente fórmula (Rodríguez, 2010):

$Grados\ hidrotimétricos\ franceses = ((Ca^{2+} + Mg^{2+}) \times 50)$ , donde la concentración se expresa en mg/L. La interpretación de los valores obtenidos se puede realizar con la siguiente escala:

**Tabla 39. Interpretación de la dureza de las aguas.**

Tipo de agua	Grados hidrotimétricos franceses (mg/L)
Muy suave	Menos de 7
Suave	7 - 14
Medianamente suave	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	Más de 54

Fuente: (Rodríguez, 2010)

Se observó en la Tabla 40 que las aguas del Sistema de Riego El Pisque son muy duras, es decir que presentan gran cantidad de jabones, a pesar de que no se produzca espuma de

acuerdo con los criterios de la Tabla 39. Estas aguas no se recomiendan debido a que producen incrustaciones en tuberías de agua que se calienten.

La dureza del agua se puede eliminar utilizando sal de roca o cal-carbonato ya que precipitan el Ca como carbonato y el Mg en forma de hidróxido.

**Tabla 40. Dureza de las aguas del Sistema de Riego El Pisque.**

No. Muestra	Dureza (mg/L)	Clase
T1A1	76.52	Muy dura
T1A2	63.78	Muy dura
T1A3	72.55	Muy dura
T1A4	68.95	Muy dura
T1A5	68.57	Muy dura
T2A1	35.48	Dura
T2A2	34.28	Dura
T2A3	29.91	Muy dura
T2A4	47.47	Muy dura
T2A5	29.93	Mediadamente dura

Fuente: Mencías, 2015

#### **4.5.4. Criterios de calidad de agua para uso agrícola o riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana**

Los criterios de calidad de agua para riego agrícola y principios básicos de control de la contaminación, de acuerdo con el Acuerdo Ministerial N° 061, Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, publicado en el Registro Oficial N° 316 del 04 de mayo de 2015 son:

- El agua de uso agrícola es aquella empleada para la irrigación de cultivos y otras actividades conexas o complementarias.

- Se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas y que cumplan con los niveles de calidad establecidos en la Tabla 41 y Tabla 42.

**Tabla 41. Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana**

Problema potencial	Unidades	Grado de restricción		
		Ninguno	Ligero - Moderado	Severo
<b>Salinidad: (1)</b>				
CE (2)	dS/m	0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
SDT (3)	mg/L	450	450 – 2000	> 2000
<b>Infiltración: (4)</b>				
RAS=0-3 y CE=		0.7	0.7 - 0.2	< 0.2
RAS=3-6 y CE=		1.2	1.2 - 0.3	< 0.3
RAS=6-12 y CE=		1.9	1.9 - 0.5	< 0.5
RAS=12-20 y CE=		2.9	2.9 - 1.3	< 1.3
RAS=20-40 y CE=		5.0	5.0 - 2.9	< 2.9
<b>Toxicidad por iones específicos (5)</b>				
<b>Sodio:</b>				
Irrigación superficial	meq/L	3.0	3.0 - 9.0	> 9.0
RAS <sub>0</sub> (6)				
Aspersión	meq/L	3.0	3.0	
<b>Cloruros:</b>				
Irrigación superficial	meq/L	4.0	4.0 - 10.0	> 10.0
Aspersión	meq/L	3.0	3	
Boro	meq/L	0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
<b>Efectos misceláneos (7)</b>				
Nitrógeno (N- NO <sub>3</sub> )	meq/L	5.0	5.0 - 30.0	> 30.0
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) Solo aspersión	meq/L	1.5	1.5 - 8.5	> 8.5
pH	Rango normal		6.5 - 8.4	

(1) Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos

(2) CE = Conductividad eléctrica del agua de regadío (1milimhos/cm = 1000micromhos/cm)

(3) SDT = Sólidos disueltos totales

(4) Afecta a la velocidad de infiltración del agua en el suelo

(5) Afecta a la sensibilidad de los cultivos

(6) RAS<sub>0</sub>, Relación de absorción de sodio ajustada

(7) Afecta a los cultivos susceptibles

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015.

En los dos muestreos realizados no se detectó restricciones de uso del agua del Sistema de Riego el Pisque de acuerdo a los criterios de pH, conductividad eléctrica, concentración de cloruros, boro, nitrógeno y bicarbonatos.

**Tabla 42. Criterios de calidad de aguas para uso agrícola en riego de acuerdo a la normativa Ecuatoriana.**

<b>Parámetro</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Criterio de calidad</b>
Aluminio	Al	mg/L	5.00
Arsénico	As	mg/L	0.10
Berilio	Be	mg/L	0.10
Boro	B	mg/L	0.75
Cadmio	Cd	mg/L	0.05
Zinc	Zn	mg/L	2.00
Cobalto	Co	mg/L	0.01
Cobre	Cu	mg/L	0.20
Cromo	Cr +6	mg/L	0.10
Flúor	F	mg/L	1.00
Hierro	Fe	mg/L	5.00
Litio	Li	mg/L	2.50
Mercurio	Hg	mg/L	0.001
Manganeso	Mn	mg/L	0.02
Molibdeno	Mo	mg/L	0.01
Níquel	Ni	mg/L	0.20
pH	pH		6 – 9
Plomo	Pb	mg/L	5.00
Selenio	Se	mg/L	0.02
Vanadio	V	mg/L	0.01
Coliformes fecales	NMP		1000
Huevos parásitos			Ausencia
Aceites y grasas	Película visible		Ausencia
Materia flotante	Visible		Ausencia

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015.

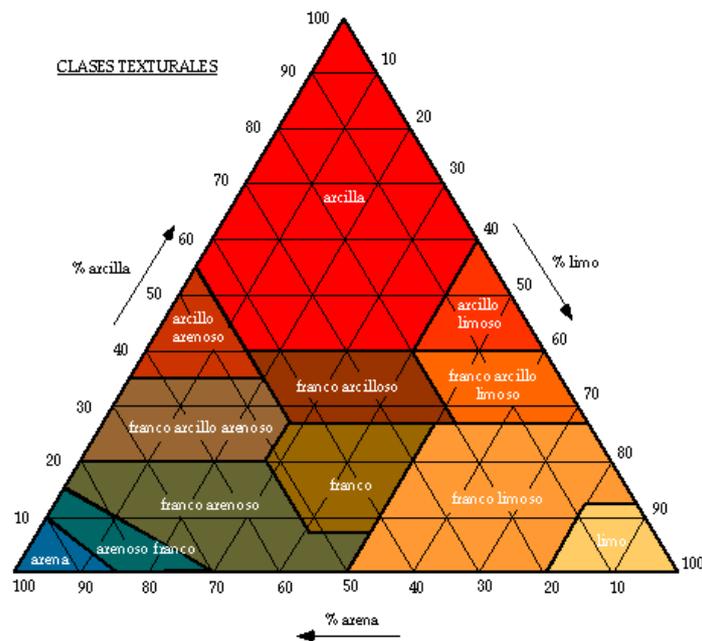
Existe un grado de restricción severo de uso del agua para riego, ya que podría ocasionar problemas en la infiltración del agua en el suelo, al considerar la relación de adsorción de sodio y la conductividad eléctrica debido a que los valores de conductividad eléctrica registrados en el primer y segundo muestreo en todos los puntos fueron menores a 0.2 meq/L y la RAS se encuentra entre 0 – 3 de acuerdo al criterio del Ministerio del Ambiente (2015) presentado en la Tabla 41. Se observó la misma restricción respecto a la relación de adsorción de sodio ajustada para la muestra T2A5.

#### **4.5.5. Propiedades físicas de los suelos**

Las propiedades físicas del suelo están relacionadas con la capacidad que tiene éste para ofrecer diferentes usos que sean de provecho para el ser humano. Para el buen uso, conservación, manejo y recuperación del suelo, se requiere conocer los fundamentos primordiales de las características físicas del suelo. La productividad de un suelo no sólo depende de sus contenidos nutrimentales, sino también, de las condiciones físicas del mismo, condiciones que en ocasiones, no se determinan.

##### **4.5.5.1. Textura**

Para determinar el tipo granulométrico o clase textural de un suelo se utilizó el triángulo de referencia un triángulo equilátero propuesto por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Coras Merino, 2000). Cada uno de sus lados a un eje graduado de 10 en 10, de 0 a 100, sobre el cual se transporta la cantidad del elemento que representa; en general un lado del triángulo corresponde a la arcilla, el otro al limo, el tercero a la arena como se muestra en la Figura 19.



Fuente: USDA, 1951.

**Figura 19. Clase textural de un suelo de acuerdo al contenido de arena, limo o arcilla.**

En la Tabla 43 se observa que los suelos del área en estudio utilizando el triángulo de texturas son Francos en su mayoría (S2, S3, S4 y S6), mientras que la muestra S1 tiene una textura franco limosa y la muestra S5 de textura franco arenosa.

**Tabla 43. Clasificación textural de los suelos del Sistema de Riego El Pisque.**

Cód. de muestreo	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
S1	31	54	15	Franco Limoso
S2	49	40	11	Franco
S3	49	40	11	Franco
S4	39	48	13	Franco
S5	65	30	5	Franco Arenoso
S6	51	40	9	Franco

Fuente: Mencías, 2015

La textura franca se considera como la ideal, ya que tiene una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla, lo que lleva a suponer en un equilibrio entre permeabilidad y la retención de agua y nutrientes, su compactación es media, presenta una dificultad media en el laboreo (Jonson, 1979).

La capacidad de retención de agua, así como la infiltración dependen de la porosidad del suelo, la textura es la propiedad directamente relacionada con la distribución de partículas según su tamaño en el suelo, dichas partículas son responsables de la retención de agua.

#### **4.5.5.2. Humedad gravimétrica, volumétrica y densidad aparente del suelo**

La humedad del suelo influye en muchas propiedades físicas, tales como densidad aparente, espacio poroso, compactación, penetrabilidad, resistencia al corte, consistencia, succión total de agua y color del suelo. La humedad del suelo es muy dinámica y depende del clima, vegetación, profundidad del suelo, y de las características y condiciones físicas del perfil. Se entiende por humedad del suelo a la masa de agua contenida por unidad de masa de sólidos del suelo.

La humedad del suelo se puede expresar gravimétricamente, con base en la masa, o volumétricamente, con base en el volumen. La humedad gravimétrica es la forma más básica de expresar la humedad del suelo. La humedad volumétrica, generalmente, se calcula como un porcentaje del volumen total del suelo.

En la Tabla 44 se observa que la muestra S1 presentó la mayor humedad tanto volumétrica como gravimétrica con un contenido de 53.96 y 58.49 % promedio respectivamente, mientras que la muestra S3 presentó el menor contenido de humedad gravimétrica con 40.41 % promedio y la muestra S2 la menor humedad volumétrica con 50.32% promedio.

La humedad del suelo es importante para determinar las necesidades de agua de riego, excedentes hídricos y dimensionar los sistemas de captación, almacenamiento y distribución del agua de los sistemas de riego.

**Tabla 44. Humedad gravimétrica, volumétrica y densidad aparente de los suelos del Sistema de Riego El Pisque.**

Cód. de muestreo	Humedad gravimétrica	Humedad volumétrica	Densidad aparente
	g/g	cm <sup>3</sup> / cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
S1R1	53.86	55.39	1.03
S1R2	56.38	64.53	1.14
S1R3	51.65	55.47	1.07
S2R1	45.40	48.87	1.08
S2R2	45.80	51.87	1.13
S2R3	44.31	50.22	1.13
S3R1	42.15	52.82	1.25
S3R2	39.48	51.30	1.30
S3R3	39.61	53.01	1.34
S4R1	41.47	50.22	1.21
S4R2	41.33	51.75	1.25
S4R3	44.87	50.67	1.13
S5R1	40.66	52.91	1.30
S5R2	40.76	49.45	1.21
S5R3	41.11	50.02	1.22
S6R1	39.17	52.56	1.34
S6R2	35.47	49.09	1.38
S6R3	38.38	51.07	1.33

Fuente: Mencías, 2015.

En el proceso de expansión y contracción del suelo ocasionado por los cambios de humedad, el volumen de una masa de suelo varía produciendo cambios en la densidad aparente.

La densidad aparente del suelo es la relación entre la masa o peso del suelo seco (peso de la fase sólida) y el volumen total, incluyendo al espacio poroso.

Los valores de densidad aparente del suelo estudiado variaron en forma inversamente proporcional a la humedad del suelo tal como se aprecia en la Tabla 44. La muestra S6 presentó

un mayor densidad aparente y la muestra S1 la menor con valores de 1.08 y 1.35 g/cm<sup>3</sup> promedio respectivamente.

La densidad aparente del suelo es un buen indicador de propiedades físicas del suelo como: la compactación, porosidad, grado de aireación y velocidad de infiltración, lo que condiciona la circulación de agua y aire en el suelo, y el establecimiento de las plantas (emergencia, enraizamiento y crecimiento) debido al efecto sobre la resistencia y espacio para la ubicación de las raíces en el suelo y su manejo.

A medida que se incrementa la densidad aparente la resistencia mecánica aumenta y la porosidad disminuye, lo cual limita el crecimiento de las plantas.

Del análisis de la Tabla 44 se determina que Los valores de densidad aparente obtenidos son altos por lo que son suelos con una mediana compactación producto de los procesos de labranza, textura media a gruesa y con el horizonte A mineral (Troch, 1988).

#### **4.5.6. Infiltración del agua en los suelos agrícolas**

El agua proveniente de las precipitaciones, queda detenida, se evapora, circula por la superficie de la tierra o penetra a su interior constituyendo el ciclo hidrológico. La infiltración es el proceso de entrada de agua en el suelo y depende de la calidad del agua, características físicas del suelo (estructura, grado de compactación, contenido de materia orgánica, textura y tipo de minerales en las arcillas) y de sus características químicas, como los cationes intercambiables (Heras, 1970).

La velocidad de infiltración determina la cantidad de agua de escurrimiento superficial y con ello el peligro de erosión hídrica, además determina los tiempos de riego y los diseños de los sistemas de riego (Ruiz et.al., 2004).

En la **Tabla 45** se presenta la clasificación de la velocidad de infiltración básica mientras que en la Tabla 46 se encuentran los valores de la velocidad de infiltración en función de la textura del suelo.

**Tabla 45. Clasificación de la velocidad de infiltración básica**

<b>Clasificación</b>	<b>Valor de infiltración básica (mm/h)</b>
Muy lenta	< 2.5
Lenta	2.5 – 15
Media	15 – 28
Alta	28 – 53
Muy alta	>53

Fuente: (Coras Merino, 2000)

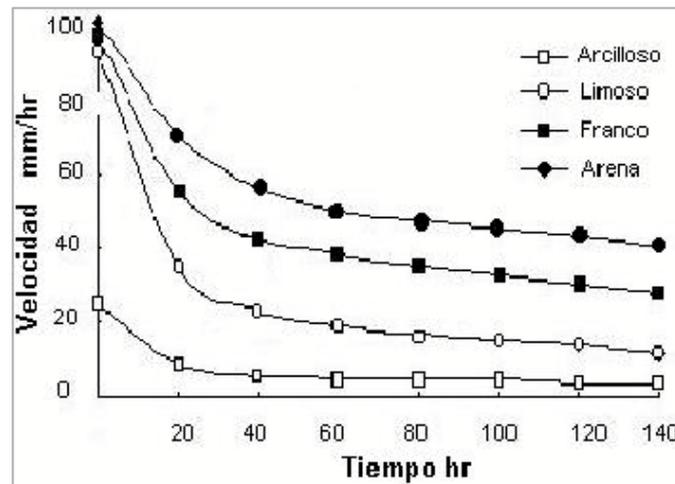
La textura de un suelo influye directamente en la velocidad de infiltración (tamaño de poros) e indirectamente a través de la estabilidad de sus agregados. Altas proporciones de limo y arena entre fina y muy fina generan agregados poco estables, con la consecuencia de su rotura y bloqueo de poros. Los suelos ligeros de textura gruesa generan poros de mayor tamaño que favorecen la entrada de agua al suelo. Por otro lado, alta proporción de poros pequeños (microporos) en suelos arcillosos, limita rápidamente la velocidad de infiltración (Coras Merino, 2000).

**Tabla 46. Valores de velocidad de infiltración en función de la textura del suelo.**

<b>Textura del suelo</b>	<b>Velocidad de infiltración (mm/h)</b>
Arenoso	25 – 255
Franco Arenoso	13 – 76
Franco	80 – 200
Franco Arcilloso	25 – 15
Arcilloso Arenoso	3 – 50
Arcilloso	1 – 10

Fuente: (Coras Merino, 2000)

Cuando se analiza la relación entre la precipitación y la escorrentía superficial, se clasifican en “grupos hidrológicos” diferentes tipos de suelos en función de su textura. En ese caso, la clasificación es inversa que en infiltración- suelos ligeros menor escorrentía, suelos pesados, mayor- pero demuestra la importancia de la textura.



Fuente: (Pizarro et.al, s.f.)

**Figura 20. Curvas de infiltración de las aguas según la textura del suelo.**

Para determinar la velocidad de infiltración se utilizó la ecuación de Kostiakov con mediciones en campo, mediante la aplicación del método del infiltrómetro de doble anillo.

Los suelos del orden Mollisol presentaron una infiltración básica promedio de 58.66 mm/h, lo cual representó una muy alta infiltración, mientras que los suelos del orden Entisol tienen una infiltración básica promedio de 26.92 mm/h y se clasifica como una infiltración media (Tabla 47).

Los suelos con baja infiltración pueden ocasionar escorrentía e inundaciones y pueden llegar a saturarse durante las lluvias, lo cual disminuye la resistencia del suelo y aumenta la erosión potencial. También puede causar deficiencias de nutrientes en plantas y generar condiciones anaeróbicas.

**Tabla 47. Infiltración básica y textura del suelo del Sistema de Riego El Pisque.**

Nro.	Cód. de muestreo	Tipo de suelo	Textura del suelo	Velocidad de infiltración básica (mm/h)	Clasificación
1	S1R1	MOLLISOL	Franco Limoso	53.10	Muy alta
2	S1R2			54.21	Muy alta
3	S1R3			47.79	Alta
4	S2R1	MOLLISOL	Franco	91.56	Muy alta
5	S2R2			81.60	Muy alta
6	S2R3			74.75	Muy alta
7	S3R1	ENTISOL	Franco	34.62	Alta
8	S3R2			39.36	Alta
9	S3R3			33.95	Alta
10	S4R1	MOLLISOL	Franco	55.60	Muy alta
11	S4R2			30.30	Alta
12	S4R3			39.03	Alta
13	S5R1	ENTISOL	Franco Arenoso	11.03	Lenta
14	S5R2			15.52	Muy alta
15	S5R3			7.67	Lenta
16	S6R1	ENTISOL	Franco	38.37	Alta
17	S6R2			29.45	Alta
18	S6R3			32.33	Alta

Fuente: Mencías, 2015.

Cuando la velocidad de infiltración del agua de riego se reduce apreciablemente, el agua permanece sobre el suelo durante un tiempo bastante largo, o se infiltra muy lentamente, sin producirse la renovación del agua consumida por el cultivo, por lo que este no recibe la cantidad necesaria para producir cosechas aceptables.

De manera general el riego se realiza en función de la velocidad con la cual el agua se infiltra al suelo. Mientras mayor sea esta velocidad menor será el tiempo de riego, ya que el suelo quedará en Capacidad de Campo en un corto tiempo. Mientras más arenosos sean los suelos, menores serán sus tiempos de riego ya que estos suelos tendrán altas velocidades de infiltración. Una alta infiltración no siempre es una característica muy deseable, ya que el

riego se hace muy complicado, una forma de solucionar este problema es agregando materia orgánica para mejorar la retención de humedad.

La dispersión de las partículas, la estructura del suelo y la estabilidad de los agregados, están estrechamente relacionados con el tipo de iones intercambiables. Los cationes más abundantes en la solución del suelo y en el complejo de cambio de los suelos de zonas áridas y semiáridas son calcio y magnesio. Con frecuencia, las aguas de riego contienen concentraciones elevadas de sodio, que tiende a reemplazar parcialmente en el complejo de cambio a los cationes divalentes, de esta manera los iones divalentes y en particular el calcio, proporcionan características físicas favorables a los suelos, mientras que el sodio absorbido determina la dispersión e hinchamiento de las arcillas, llegando, cuando su proporción es suficientemente elevada, a causar la dispersión del suelo y la reducción de su permeabilidad.

En conclusión los factores de calidad que influyen en la infiltración son el contenido total de sales (salinidad) y el contenido de sodio en relación a los de calcio y magnesio (sodicidad). La infiltración, en general, aumenta con la salinidad y disminuye con la reducción de ésta o con un aumento en el contenido de sodio en relación al calcio y magnesio.

#### **4.6. MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE**

El plan de manejo ambiental describe un programa sistematizado de prevención y mitigación de todas aquellas actividades que significan algún riesgo de contaminación. En la Tabla 48 constan los impactos potenciales identificados en las etapas de implementación, operación y mantenimiento de sistemas de riego agrícolas, los posibles riesgos y las medidas de mitigación recomendadas.

**Tabla 48. Impactos ambientales y medidas de mitigación durante la implementación, operación y mantenimiento de sistemas de riego**

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Construcción/ Implementación	Paisaje, Flora y Fauna	- Alteración del paisaje, fauna y flora.	- Desplazamiento de especies - Deterioro de hábitats naturales	- Implementación del plan de monitoreo ambiental y social.
	Suelo	- Remoción de suelo durante los trabajos de preparación del terreno. - Compactación del suelo en las áreas destinadas a la ejecución de obras. - Generación de residuos sólidos domésticos, por actividades diarias del personal encargado de la construcción. - Generación de residuos sólidos procedentes de restos de materiales de construcción (cajas, bolsas y otros empaques, etc.). - Generación de residuos sólidos industriales por actividades temporales de mantenimiento de maquinaria y equipo y generados durante la construcción (aceite usado, residuos de cemento, concreto, piedra, arena, hierro, alquitrán, aditivos, escombros, etc.) - Cambio en el uso actual del suelo. - Posible incremento en los niveles de toxicidad del suelo	- Incremento en los riesgos de erosión por movimientos de tierra y/o por alteración del drenaje natural o artificial en los sitios de ejecución de obras. - Incrementos en riesgos de contaminación del suelo por posibles derrames de combustible, lubricantes y aceites por operación y tráfico de maquinaria pesada.	Implementación de los planes de: - Manejo de residuos y desechos. - Monitoreo ambiental y social - Manejo de materiales peligrosos.

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Construcción/ Implementación	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en la demanda de agua para actividades de construcción.</li> <li>- Contaminación de cuerpos de agua en zonas aledañas por vertido de aguas residuales (negras y grises) por actividades diarias del personal encargado de la construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento en los riesgos de inundación por alteración del drenaje natural o artificial en los sitios de ejecución de obras.</li> <li>- Calentamiento global, que genere alteración/reducción de la disponibilidad hídrica inicialmente identificada, influyendo en menor área de riego de la prevista.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del plan de control de afluentes y gestión de agua.</li> </ul>
	Calidad del aire; y ruido ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de polvo y ruido/vibraciones durante los trabajos de preparación del terreno (por remoción de suelos o por de tráfico de vehículos/equipos).</li> <li>- Incremento en las emisiones de gases de combustión y de gases de efecto invernadero por operación de maquinaria pesada y circulación de vehículos de alto tonelaje.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del plan de monitoreo ambiental y social.</li> </ul>

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Construcción/ Implementación	Seguridad Industrial; y Salud Ocupacional	- Uso de maquinaria pesada, sin procedimientos, entrenamiento y equipo de protección adecuada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de riesgos de accidentes por incremento de tráfico durante la etapa de construcción por circulación de camiones de alto tonelaje, maquinaria y equipo.</li> <li>- Riesgos de accidentes laborales por inadecuada práctica de higiene y seguridad industrial.</li> </ul>	- Implementación del plan de salud y seguridad ocupacional.
	Aspectos sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración temporal de las vías de acceso por obstaculización o mayor tráfico de vehículos transportando maquinaria y trabajadores.</li> <li>- Alteración de las actividades diarias de la población colindante por presencia de personal encargado de las tareas de construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de conflictos</li> <li>- Desinformación respecto al proyecto y sus alcances.</li> <li>- Baja participación de los beneficiarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de:</li> <li>- Protocolo para procesos de consulta.</li> <li>- Plan de prevención y resolución de conflictos.</li> <li>- Plan de información y relacionamiento comunitario.</li> <li>- Protocolo para comunidades indígenas.</li> </ul>

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Construcción/ Implementación	Aspectos de género	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible exclusión de mujeres para la construcción de obras civiles.</li> <li>- Mayor autonomía económica de la mujer, en función a mayores rendimientos agropecuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de que las mujeres no sean tomadas en cuenta por temas organizativos tradicionales.</li> <li>- Riesgo que las mujeres no reciban igual remuneración que los varones.</li> <li>- Riesgo de incrementarse el nivel de exclusión de las mujeres, especialmente si hay poca participación de ellas, o analfabetismo</li> <li>- Afectación en la sostenibilidad social de los proyectos cuando son excluidas en la toma de decisiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de estrategia de transversalización de género.</li> </ul>
	Aspectos culturales y arqueológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibles hallazgos fortuitos o imprevistos de restos arqueológicos o históricos durante las actividades de construcción.</li> <li>- Cambios culturales en función de la adopción de nuevas tecnologías de riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afectación a sitios arqueológicos o de interés cultural.</li> <li>- Grupos vulnerables de la comunidad queden excluidos, particularmente en comunidades indígenas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del protocolo para hallazgos fortuitos.</li> <li>- Además del de prevención y resolución de conflictos; y de información y relacionamiento comunitario.</li> </ul>

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Construcción/ Implementación	Reasentamiento involuntario y adquisición de tierras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desplazamiento de personas o comunidades.</li> <li>- Adquisición y expropiación de tierras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluciones inadecuadas de reasentamiento</li> <li>- Pagos inadecuados por compra de tierras o indemnizaciones.</li> <li>- Conflicto por insatisfacción poblacional con relación al área de reasentamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del Marco de Reasentamiento Involuntario; y planes de reasentamiento específico; así como del protocolo de adquisición de tierras.</li> </ul>
Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Riego	Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible contaminación por uso excesivo de agroquímicos en la agricultura irrigada.</li> <li>- Posible salinización, debido a inadecuada aplicación del riego (generalizada en caso de sistemas por gravedad; y localizada en caso de sistemas presurizados)</li> <li>- Posibles problemas de inundación y pérdida de áreas productivas, ante uso inadecuado de caudales de riego aplicado en la parcela (sistemas de riego por gravedad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intensificación de la producción agrícola con mayor demanda de insumos; y de prácticas de control de patógenos e invasoras de cultivos.</li> <li>- Riesgo de no considerar la complementación de sistemas de riego con sistemas de drenaje en áreas con antecedentes de anegación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación planes de monitoreo ambiental y social; de control de afluentes y gestión de agua</li> </ul>

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas de Mitigación
Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Riego	Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ineficiencia en el uso del agua, reflejada en su uso excesivo.</li> <li>- Uso inadecuado de agua para riego, con problemas de calidad desde el origen (aguas tipo C4, C3 y C2; S4, S3 y S2)<sup>4</sup>, pudiendo degradar el entorno ambiental y el área de aplicación e influencia del proyecto de riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del caudal de aprovechamiento de agua, por uso inadecuado (excesivo, o bien sin planificación adecuada) del riego.</li> <li>- Riesgo de degradación del entorno ambiental y del área de riego; contaminación salina de acuíferos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación planes de monitoreo ambiental y social; de control de afluentes y gestión de agua.</li> </ul>
	Riego tecnificado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimiza el uso y ahorro del agua.</li> <li>- Motiva la integración comunal de los regantes y expectativa familiar de mejorar calidad de vida.</li> <li>- Inequidad en el acceso a recursos entre regantes con sistemas tecnificados y comunitarios que no accedieron al riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En dependencia de la eficiencia de aplicación y adopción tecnológica, podrían generarse efectos menores de erosión o salinización localizada o puntual.</li> <li>- Puede influir en cambios en los estilos de vida de las poblaciones locales, requiriendo mayor disponibilidad de mano de obra para los periodos de cosecha ante el aumento de la producción, por lo que se debe tomar en cuenta periodos migratorios familiares y de la comunidad.</li> <li>- Conflicto entre comunidades con y sin accesos al riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del plan de monitoreo ambiental y social.</li> </ul>

<sup>4</sup> Tipo de Aguas presentados en la Figura 15.

Tabla 48. Continuación...

Etapa	Afectación	Impacto Potencial	Riesgo	Medidas De Mitigación
Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Riego	Aguas Subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso excesivo de agua de pozos, esto puede reducir el nivel del agua freática, causando hundimiento de la tierra, disminuyendo la calidad del agua.</li> <li>- Intrusión de sales en los acuíferos y de otro tipo de contaminación orgánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de retirar cantidades mayores de agua que la tasa de recuperación o recarga del acuífero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación del plan de control de afluentes y gestión de agua.</li> </ul>
	Sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor movilidad social de los regantes tecnificados respecto a los comunitarios sin riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de conflictos entre regantes y comunidades sin riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de:</li> <li>- Plan de prevención y resolución de conflictos.</li> <li>- Plan de información y relacionamiento comunitario.</li> </ul>

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- El agua del Sistema de Riego El Pisque presentó características físico-químicas buenas para riego agrícola y no tuvo restricción en su uso para los cultivos, por lo que se deben tomar medidas para conservar la calidad de la misma.
- La variación en la composición iónica en los diferentes puntos muestreados sugiere que las aguas reciben en diferente cantidad y calidad aguas residuales domésticas e industriales a lo largo de su trayectoria, además se detectó que existe una variación temporal que puede estar relacionado con las actividades estacionales de la población.
- La ausencia de carbonatos en el segundo muestreo está relacionada con el valor del pH que en todos los casos es menor que 8, mientras que en el primer muestreo el pH en el punto A2 fue de 8.68 considerado como el más básico del estudio.
- La totalidad de las aguas del sistema son bicarbonatadas lo cual permite que el calcio precipite y se pierda en relación con el sodio anulándose las consecuencias adversas que conlleva.
- Existe una acumulación media de fosfatos, lo cual puede ocasionar problemas de eutrofización por lo que es necesario crear un sistema de tratamiento mediante lodos

activados que permitan retener el fósforo, y ser utilizado para la elaboración de fertilizantes.

- El modelo de la ecuación de Kostiakov es altamente eficiente para describir el comportamiento de la velocidad de infiltración de agua en los suelos estudiados. Las diferencias observadas en las velocidades de infiltración se deben además de la clasificación del suelo, a otros factores tales como el uso y cobertura de la tierra, pendiente, calidad del agua, compactación de los suelos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a que el muestreo se realizó en el inicio de la época de verano, cuando el caudal del sistema de riego es menor, podría pensarse que las concentraciones de fosfatos deberían disminuir en la época de invierno cuando el caudal aumenta, por lo que se recomienda realizar un muestreo multi-temporal y espacial, con el objetivo de detectar cambios en la cantidad de sales transportadas por variaciones en el caudal.
- Se recomienda realizar una identificación y categorización de las fuentes de contaminación industrial, agrícola y doméstica ubicadas en el área de influencia del Sistema de Riego El Pisque.
- Controlar las descargas de basura y aguas residuales dentro de los canales del sistema de riego e implementar protocolos de gestión de residuos de agroquímicos que permitan su correcta disposición final con el objeto de mantener las condiciones del agua.
- Asegurar a los usuarios del sistema de riego que la calidad del agua se encuentre en buenas características físicas, químicas y biológicas con muestreos periódicos de análisis químico de aguas.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Capacitar a los usuarios del sistema de riego respecto de la gestión integral de los recursos hídricos involucrando aspectos sociales, económicos y ambientales.
- Para prevenir futuros problemas de contaminación se recomienda impartir capacitaciones sobre dosificación de fertilizantes y plaguicidas en las explotaciones agrícolas o pecuarias a fin de prevenir percolación hacia las capas freáticas.
- Implementar sistemas de riego tecnificado a nivel de parcela que permitan mejorar el aprovechamiento y distribución del agua y ayudan a prevenir la erosión y controlan la infiltración y percolación de nutrientes.
- En el manejo de los sistemas agropecuarios, se requiere realizar además de los estudios de calidad de agua, de un análisis integrado de las características edafoclimáticas.
- Para mejorar los suelos con una baja infiltración es necesario realizar trabajos de arado para destruir la compactación y en los suelos con una elevada infiltración es necesario la incorporación de materia orgánica que ayude a mejorar los niveles de retención. En este sentido el manejo de residuos de cosecha e incorporación adecuada de abonos verdes son de importancia.
- Definir políticas que permitan planificar la gestión del agua considerando sus diversos usos y necesidades de los usuarios del sistema de riego.

## CAPÍTULO VI

### MATERIALES DE REFERENCIA (BIBLIOGRAFÍA)

- Aguilar - Ros, A. (Noviembre - Diciembre de 1997). Determinación analítica del boro asimilable en suelos de cultivo. *Edafología y Agrobiología* (36), 1277 - 1280.
- Aguilera, M., & Martínez, R. (1996). *Relaciones agua, suelo, planta, atmósfera* (4 ed.). Universidad Autónoma de Chapingo.
- American Public Health Association. (1995). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (19th edition ed.). Washington D.C., USA.
- Aragües, R. (Junio de 2011). Calidad el agua para el riego: efectos sobre plantas y suelos. *Riegos del Alto Aragón*, 18 - 23.
- Armenta, A. (1998). *Relaciones óptimas de aniones y cationes en la solución nutritiva en riego por goteo para la produccioón de tomate*. Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados, Montecillo - México.
- Arocena, R., & Conde, D. (1999). Métodos en ecología de aguas continentales, con ejemplos de limnología. 233. Montevideo, Uruguay: UDELAR.
- Arvelo, C., Mora, J., Rodríguez, A., Guerra, J., & Armas, C. (2006). Salinidad y alcalinidad en suelos de las zonas áridas. *Edafología*, 13, 171 - 179.
- Asamblea Nacional. (2013). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua*.
- Ayers, R., & Wescot, D. (1987). *La calidad del agua en la agricultura*. Roma, Italia: FAO.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Badia, D. (1992). *Suelos afectados por sales* (Vol. XIII). Barcelona, España: Unitat d'Ecologia.
- Bain, M., & Stevenson, N. (1999). *Aquatic habitat assessment: common methods*. Maryland: American Fisheries Society.
- Barba, L. (2002). *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*. Universidad del Valle, Cali.
- Bautista Carrascosa, M. (2011). *Efecto del sodio y calcio sobre la estructura del suelo*. Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Breilh, J., Campaña, M., Felicita, O., Larrea, M., Sánchez, D., Straka, N., y otros. (2011). *Consolidación del estudio sobre la relación entre impactos ambientales de la floricultura, patrones de exposición y cosecuencias en comunidades de la cuenca del Granobles*. Cayambe, Ecuador: Centro de Estudios y Asesoría en Salud.
- British Columbia Ministry of Environment. (1981). *Ambient Water Quality Guidelines for Boron*. Land and Parks.
- Calderón, F. (Abril - Mayo de 2002). Relación entre el sodio soluble en el extracto de saturación acuoso y el sodio intercambiable. 81 - 87.
- Campo, A. (2003). *Estudio integrado de la cuenca del Río Pisque*. Cayambe, Ecuador: CEPEIGE.
- Canovas, J. (1986). *Calidad agronómica de las guase rigeo*. (S. d. Agraria, Ed.) Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación .
- Centro Internacional de la Papa. (1993). *El agroecosistema andino: problemas, limitaciones, perspectivas*. Lima, Perú.
- Cisternas, M. (2010). *Caracterización hidroquímica de la cuenca del Río Andalgalá provincia de Catamarca - República Argentina*. Tesis de Doctorado, Universidad Internacional de Andalucía.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Coras Merino, P. (2000). *Propiedades físicas del suelo relacionadas con el riego* (Vol. Temas didácticos #7). México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Corderi, D. (Julio - Agosto de 2011). El agua, un factor fundamental para la sostenibilidad de la agricultura. *Voces del mundo*, 48.
- Cramer, G., Alberico, G., & Schmidt, C. (1994). Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Australian Journal of Plant Physiology*, 21, 675-692.
- Crespo, J., & Jácome, D. (2005). *Propuesta de optimización técnica y operativa en el canal principal del sistema de riego El Pisque*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Cueva, J., & Chalán, L. (2010). *Cobertura y uso actual del suelo en la provincia de Loja*. Departamento de Sistemas de Información Geográfica de Naturaleza & Cultura. Loja: Gráficas Amazonas.
- Del Valle, F. (1992). *Prácticas de relaciones agua - suelo - planta - atmósfera*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. (2010). *Claves para la Taxonomía de Suelos* (Undécima edición ed.). (C. Ortiz, M. Gutiérrez, & E. Gutiérrez, Edits.) Washington D.C.
- Dirección Metropolitana de Medio Ambiente. (2006). *Plan de manejo de la calidad del agua en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Echarri, L. (2007). *Contaminación del agua*. España: Universidad de Navarra.
- El Pisque. (2013). *Informe general de actividades desarrolladas por la Presidencia y Directorio de la Junta General de El Pisque Año 2011 - 2012*. Junta de Regantes El Pisque.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- FAO. (2002). *El Agua y la Agricultura. Cumbre mundial sobre la alimentación. 10-13 de junio de 2002*. Recuperado el 2015, de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/worldfoodsummit/sideevents/papers/y6899s.htm>
- Fernandez Cirelli, A. (2013). *El agua en la producción agropecuaria*. Buenos Aires, Argentina.
- Fernández Cirelli, A., Holzapfel, E., Del Cellejo, I., & Bolib, M. (2009). *Manejo sostenible del agua para riego en Sudamérica*. Buenos Aires, Argentina.
- Foth, H. (1985). *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México, México: CECOSA.
- García, A. (2012). *Criterios modernos para evaluación de calidad de agua para riego*. International Plan Nutrition Institute.
- Gobierno Autónomo de la Provincia de Pichincha. (2013). *Diagnóstico de Riego y Drenaje en la Provincia de Pichincha*. Pichincha, Ecuador.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Pichincha. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Otón*. Quito.
- Goyenola, G. (2007). Guía de utilización de las valijas viajeras - Oxígeno Disuelto. En R. d. acuáticos.
- Greenpeace. (Diciembre de 2013). Páramo en peligro. *Campaña Páramos*, 33.
- Guerrero Hernández, C. (Mayo - Agosto de 2001). Rocas calizas. *Temas: Ciencia y Tecnología*, 5(14), 3-14.
- Heras, R. (1970). *Manual de hidrología*. Barcelona, España: Centro de estudios hidrográficos.
- Herrera Murillo, J. (2011). *Tendencias de la contaminación del aire y agua superficial del gran área metropolitana de Costa Rica: 2006 - 2010*. Costa Rica.
- Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J., & Moreno Ramón, H. (2010). *Génesis de suelos*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Iida, C., & Shock, C. (Enero de 2009). El dilema del fósforo. (O. S. University, Ed.) *Técnicas para la agricultura sostenible*(EM 8938-S-E), 1-5.
- INAMHI. (2015). *Base de datos meteorológicos de los años 1965 - 2015*. Quito.
- INIA. (Junio de 2011). Manejo del riego para mitigar el impacto de la salinidad en cultivos. *Informativo Instituto Nacional Investigaciones Agropecuarias - Ururi, 46*, 1 - 6.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2009). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*. Córdova, Colombia: Sistema de información ambiental de Colombia.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). *III Censo Nacional Agropecuario*.
- Isch, E., Campaña, A., Nieto, C., & Rengel, A. (2001). *Contaminación de las aguas y políticas para enfrentarla* (1 ed.). Quito, Ecuador: CAMAREN.
- Jonson, L. (1979). *Introductory SOil Science*. New York, United States: Mac Millan Publi. Co.
- Lavie, E., Morábito, J., Salatino, S., Bermejillo, A., & Filippini, M. (2010). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del Río Mendoza. *FCA UNCuyo, 42*(1), 169-184.
- Libro azul. (2002). *Manual de fertirriego de SQM* (Tercera edición ed.). (S. Román, Ed.)
- Lillo, J. (2012). *Técnicas hidrogeoquímicas*. Universidad Rey Juan Carlos.
- Lomelí Meza, J. (2009). *Calidad de las aguas del Río Lerma en relación con el riego agrícola*. Institución de Enseñanza e Investifación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados, Montecillo.
- Luzio Leighton, W., Maldonado, F., Rosales, A., Scoppa, C., & Wambeke, A. (1982). *Taxonomía de Suelos. Versión abreviada en español de "Soil Taxonomy"* (Vol. SMMS Technical Monograph No. 5 1982). New York, USA.
- Marín García, M., Aragón Revuelta, P., & Gómez Benito, C. (2001). *Análisis químico de aguas y suelos*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura. (2011). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012 -2027*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Riego y Drenaje.

Ministerio del Ambiente. (04 de Mayo de 2014). Acuerdo No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Ecuador: Registro Oficial.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2013). *Política de promoción del riego*. Guatemala.

Monte, R. (2013). *Metodología para evaluar la modificación de la capacidad de autodepuración de los ríos por efecto del cambio climático*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de México, México.

Neira Méndez, F., & Guillen, M. (2003). *Caracterización hidrológica de la cuenta alta del Río Granobles, determinación de amenazas y riesgos*. Cayambe, Ecuador: CEPEIGE.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2006). *Agricultura y Agua: Sostenibilidad, Mercados y Políticas. Conclusiones y Recomendaciones*. Paris, Francia.

Palacios, O., & Aveces, E. (1970). *Instructivos para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua para riego agrícola*. México: Colegio de Postgraduados.

Pérez León, J. (2011). *Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola*. Tesis de grado, Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas, Veracruz.

Pizarro, R., Flores, J., Sangüesa, C., & Martínez, E. (s.f.). *Curvas de infiltración*. Manual, Sociedad de estándares de Ingeniería y Aguas, Chile.

PNUMA, & FLACSO. (2011). *Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: DMQ*. Quito.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

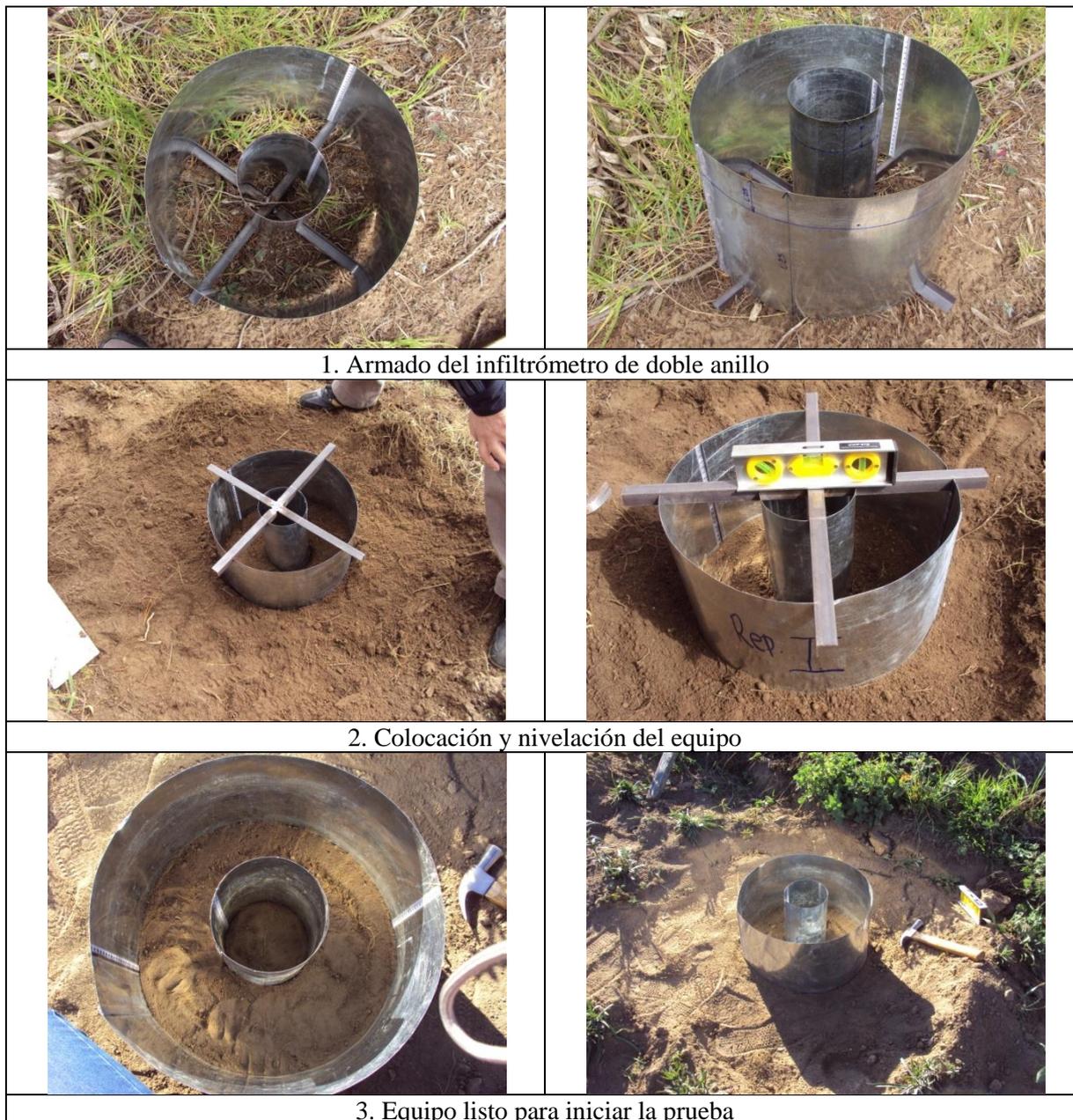
- Preciado Rangel, P., Baca Castillo, G., Tirado Torres, J., Kohashi Shibata, J., Tijerina Chávez, L., & Martínez Garza, Á. (Octubre - Diciembre de 2003). Presión osmótica de la solución nutritiva y la producción de plántulas de melón. *Terra Lationamericana*, 21(4), 461-470.
- Reina, E., & Soto, J. (2012). *Análisis de la calidad del agua en el subcuenca del río Coca*. Estudio técnico, Secretaría Nacional del Agua, Dirección Nacional de Calidad del Agua.
- Richards, L. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils* (Vol. Agriculture handbook No. 60). Washington: United States Salinity Laboratory Staff.
- Rodríguez, S. (2010). *La dureza del agua*. Monografía, Universidad Tecnológica Nacional, Bahía Blanca.
- Roffler, G. (1997). *Los páramos de la Reserva Ecológica Cayambe Coca: Actores, Conflictos, Cooperación y Conservación*. CONDESAN, Cayambe.
- Ruiz Estevez, F., Venialgo, C., & Gutiérrez, N. (2004). Infiltración de agua en el suelo con diferentes usos en el departamento 9 de Julio. *Comunicaciones científicas y tecnológicas*, 1 - 4.
- Sánchez, A. (2014). *Agua Residuales: Realidad y perspectivas*. 10. Quito, Ecuador.
- Sanz, L., & GAP - Recursos. (2008). *Situación en Navarra de la contaminación de las aguas por nitratos y pesticidas*. Pamplona: Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017* (Primera ed.). Quito, Ecuador.
- Sferir, A. J. (25 de Junio de 2013). *El agua: Uso agropecuario sustentable*. Recuperado el 2015, de Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires: <http://www.unicen.edu.ar/content/el-agua-uso-agropecuario-sustentable>

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

- Suarez, D. (1981). Relation between pH and sodium adsorption ratio (SAR) and an alternative method of estimating SAR of soil or drainage waters. *Soil Sci Soc, Am j.* 45, 464 - 475.
- Subsecretaría de Riego y Drenaje. (2013). *Plan Nacional del Riego y Drenaje 2012 - 2017* (Primera ed.). Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Swenson, J., Farley, K., Palacios, W., & López-Sandoval, M. (1998). *Estudio sobre clasificación y uso del suelo; Región de Chocó*. EcoCiencia, Quito.
- Troch, L. (1988). *Los suelos y su fertilidad*. Barcelona: Reverté.
- Usón, A., Bosh Serra, Á., Martín, A., & Boxaidera, J. (2010). *Tecnología de suelos: Estudio de caso*. Zaragoza, España: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- Varghese, S. (2009). *Biocombustibles y desafíos globales para el agua*. (I. f. Policy, Ed.) Minnesota, Estados Unidos.
- Villa Castorena, M., Catalán Valencia, E., Inzunza Ibarra, M., & Uley, A. (Enero - Marzo de 2006). Absorción y traslocación de sodio y clor en plantas de chile fertilizadas con nitrógeno y crecidas en estrés salino. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29, 79 - 88.
- Villanueva, L., & Rodríguez, C. (s.f.). *Manual de prácticas de hidrogeoquímica*. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Villavicencio, A., & Vásquez, W. (2008). *Guía técnica de cultivos* (Vol. Manual No. 73). Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Zapata, A., & Gasselin, P. (2005). *El riego en el Ecuador: Problemática, Debate y Políticas*. Quito, Ecuador: CAMAREN.

## ANEXOS

### Anexo A. Registro fotográfico - Prueba de Infiltración



**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



3. Llenado con agua



4. Nivel del agua



5. Repeticiones de la prueba de infiltración



6. Toma de lecturas

Anexo B. Registro fotográfico - Toma de muestras de suelos



1. Tubo PVC de 2 " de diámetro y 7 cm de altura y materiales para toma de muestras



2. Toma de muestras Sitio 1 (S1) - Hacienda Monteserrín



3. Toma de muestras Sitio 2 (S2) - Propiedad Sr. Wilfrido Taipe

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**4. Toma de muestras Sitio 3 (S3) - Hacienda San Agustín - Propiedad Familia Castro**



**5. Toma de muestras Sitio 4 (S4) - Propiedad Sr. Luis Quishpe**



**6. Toma de muestras Sitio 5 (S) - Propiedad Sra. María Gitala**

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



7. Toma de muestras Sitio 6 (S6) - Propiedad Sra. Rita Chicaiza



8. Muestras de 1 kg de suelo

Anexo C. Registro fotográfico - Toma de muestras de agua



1. Equipo multiparámetro HACH



2. Captación Río Guachalá



3. Toma de muestra A1T1 y A1T2

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



4. Canal de riego principal - Hacienda Monteserrín



5. Toma de muestra A1T1 y A1T2



6. Conducción hacia el reservorio y reservorio

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



7. Toma de muestra y lectura de parámetros in situ (A3T1 Y A3T2)



8. Canal de riego secundario



9. Toma de muestra A4T1 Y A4T2



10. Canal de riego terciario

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



11. Toma de muestra A5T1 Y A5T2



12. Muestras colectadas



13. Muestras colectadas

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



14. Muestras colectadas



15. Muestras colectadas

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

**Anexo D. Reporte de laboratorio de análisis de suelos**

 <b>INIAP</b> <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS</small>	<b>ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"</b> <b>LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS</b> Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : DANIELA MENCIAS Dirección : MAÑOSCA Ciudad : QUITO Teléfono : 0983836602 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE Provincia : PICHINCHA Cantón : QUITO Parroquia : CAYAMBE Ubicación :	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : VARIOS Fecha de Muestreo : 10/06/2015 Fecha de Ingreso : 12/06/2015 Fecha de Salida : 26/06/2015
---	--	---

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	%	ppm	Textura (%)			Clase Textural			
	Al+H	Al	Na		C.E.	M.O.							Mg	K	K		Σ Bases	NTot	Cl
47630																			
47631																			
47632																			
47633																			
47634																			
47635																			

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino			
T = Tóxico					

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Pasta Saturada
M.O.	= Dicromímetro de Potasio
Al+H	= Titulación NaOH

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

  
 LABORATORISTA

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

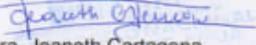
**Anexo E. Reporte de laboratorio de análisis de aguas**

	ACTA DE ENTREGA	RC49 01
		Pág. 1 de 1

Quito, 19 de mayo del 2015

El Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología hace entrega de 5 informes de resultados a la Sra. Fabiola Ibadango detallados a continuación:

Código de Muestra	Lugar de muestreo	OBSERVACIONES
M-15-510	INCASA	Entregado
M-15-511	INCASA	Entregado
M-15-512	INCASA	Entregado
M-15-513	INCASA	Entregado
M-15-514	INCASA	Entregado

**ENTREGUE CONFORME**  
  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable Del Laboratorio

**RECIBI CONFORME**  
Fabiola Ibadango

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	Informe de Resultados Nro.	16-510	RC38-02
			Pág.1 de 3

USUARIO:	Daniela Mencías		OT-15-097
PERSONA DE CONTACTO:	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencías	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:	
DIRECCIÓN:	Mañosa	TELÉFONO:	2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	07-05-15	HORA:	8H00
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	07-05-15	a	15-05-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

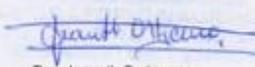
Código de Laboratorio:	M-15-510	
Código de muestreo:	A1	
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque	
Muestreo:	Fecha:	06/05/2015
	Hora:	12H30
Coordenadas:	NR	
Matriz:	NR	
Observaciones:	NR	

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados*

*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS*  
 NR: No Reporte

  
**Dra. Jesneith Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Maquita N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec

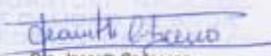
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos	Informe de Resultados Nro.	15-510	RC38-02
			Pág 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	18.22
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	45.54
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	11.50
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	6.52
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,36 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	17,51
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,30 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P,(C)	mg/l	0,992
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,25
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	11,53
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,30

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
 \*(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Maquillo N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

	Informe de Resultados Nro. 15-510	RC-38-02
		Pág. 3 de 3

ENSAJO	RANGO DE REPORTE	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL						
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
pH	5.86-8.09 uPH	6.86 uPH ± 1.62%	6.02 uPH ± 0.39%	8.02 uPH ± 0.39%	8.06 uPH ± 0.34%			
Conductividad	7.3-4655.6 uS/cm	7.3 uS/cm ± 1.1%	29.3 uS/cm ± 4.7%	113.0 uS/cm ± 0.7%	1104.0 uS/cm ± 0.9%	2692.5 uS/cm ± 1.0%	4755.6 uS/cm ± 0.4%	6555.6 uS/cm ± 2.4%
Alcalinidad	17.38-1076.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	69.73 mg/L ± 8.40%	153.04 mg/L ± 2.06%	329.90 mg/L ± 0.80%	527.50 mg/L ± 1.38%	732.55 mg/L ± 1.36%	1028.80 mg/L ± 2.43%
Dureza total	10.85-752.95 mg/L	10.85 mg/L ± 25.36%	41.52 mg/L ± 4.85%	285.01 mg/L ± 2.61%	527.50 mg/L ± 1.38%	732.55 mg/L ± 1.36%	926.48 mg/L ± 1.08%	1226.48 mg/L ± 1.08%
Dureza Calcio	6.02-525.48 mg/L	6.02 mg/L ± 23.67%	37.23 mg/L ± 4.85%	101.09 mg/L ± 1.83%	297.90 mg/L ± 0.77%	527.50 mg/L ± 1.38%	732.55 mg/L ± 1.36%	926.48 mg/L ± 1.08%
Cloruros	5.94-209.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	46.26 mg/L ± 2.83%	124.77 mg/L ± 1.58%	299.42 mg/L ± 0.77%	599.42 mg/L ± 2.91%	799.42 mg/L ± 2.91%	999.42 mg/L ± 2.91%
Sulfatos	6.56-389.23 mg/L	6.56 mg/L ± 29.73%	22.29 mg/L ± 12.53%	59.09 mg/L ± 4.35%	198.96 mg/L ± 2.91%	399.42 mg/L ± 2.91%	599.42 mg/L ± 2.91%	799.42 mg/L ± 2.91%
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 mg/L ± 4.61%	10.44 mg/L ± 2.75%	198.96 mg/L ± 2.91%	399.42 mg/L ± 2.91%	599.42 mg/L ± 2.91%	799.42 mg/L ± 2.91%
Nitrógeno	0.263-1.046 mg/L	0.263 mg/L ± 20.057%	0.423 mg/L ± 11.221%	1.046 mg/L ± 2.516%	1.946 mg/L ± 2.516%	2.846 mg/L ± 2.516%	3.746 mg/L ± 2.516%	4.646 mg/L ± 2.516%
Amoníaco	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 25.59%	0.72 mg/L ± 6.27%	1.34 mg/L ± 3.00%	1.946 mg/L ± 2.516%	2.846 mg/L ± 2.516%	3.746 mg/L ± 2.516%	4.646 mg/L ± 2.516%
Fluoruros	0.10-1.47 mg/L	0.10 mg/L ± 28.96%	0.542 mg/L ± 22.437%	3.096 mg/L ± 7.032%	4.610 mg/L ± 5.186%	6.124 mg/L ± 5.710%	7.638 mg/L ± 5.284%	9.156 mg/L ± 5.458%
Fosforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 mg/L ± 22.437%	3.096 mg/L ± 7.032%	4.610 mg/L ± 5.186%	6.124 mg/L ± 5.710%	7.638 mg/L ± 5.284%	9.156 mg/L ± 5.458%	10.674 mg/L ± 5.742%
Turbidez	0.96-980.33 NTU	0.96 NTU ± 13.84%	30.93 NTU ± 6.03%	123.07 NTU ± 5.01%	307.60 NTU ± 2.34%	620.53 NTU ± 2.36%	933.46 NTU ± 1.79%	1246.39 NTU ± 1.79%
Sólidos totales disueltos	62.2-1186.7 mg/L	62.2 mg/L ± 27.1%	197.1 mg/L ± 12.2%	484.7 mg/L ± 8.1%	933.46 mg/L ± 1.4%	1386.7 mg/L ± 4.5%	1839.6 mg/L ± 1.4%	2292.5 mg/L ± 1.4%
Sólidos Totales	53.8-3491.6 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	188.0 mg/L ± 10.9%	484.7 mg/L ± 8.1%	933.46 mg/L ± 1.4%	1386.7 mg/L ± 4.5%	1839.6 mg/L ± 1.4%	2292.5 mg/L ± 1.4%
DBO5	4.82-3359.07 mg/L	4.82 mg/L ± 25.61%	31.37 mg/L ± 13.1%	212.50 mg/L ± 10.96%	534.17 mg/L ± 11.56%	969.67 mg/L ± 2.83%	1405.17 mg/L ± 2.83%	1840.67 mg/L ± 2.83%
Cobre	0.483-2.961 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.655 mg/L ± 6.161%	1.489 mg/L ± 5.728%	2.991 mg/L ± 2.704%	4.493 mg/L ± 2.55%	5.995 mg/L ± 2.55%	7.499 mg/L ± 2.55%
Hierro	0.168-9.44 mg/L	0.168 mg/L ± 23.53%	1.04 mg/L ± 14.55%	2.80 mg/L ± 7.3%	4.61 mg/L ± 5.186%	6.42 mg/L ± 5.710%	8.23 mg/L ± 5.284%	10.04 mg/L ± 5.458%
Manganeso	0.148-1.017 mg/L	0.148 mg/L ± 20.662%	0.519 mg/L ± 9.389%	1.017 mg/L ± 5.178%	1.516 mg/L ± 4.661%	2.015 mg/L ± 4.143%	2.514 mg/L ± 3.618%	3.013 mg/L ± 3.193%
Cadmio	0.148-1.000 mg/L	0.148 mg/L ± 20.662%	0.275 mg/L ± 15.923%	0.530 mg/L ± 7.789%	0.835 mg/L ± 5.657%	1.140 mg/L ± 4.085%	1.445 mg/L ± 3.573%	1.750 mg/L ± 2.658%
Arsénico	6.468-210.877 ug/L	6.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ug/L ± 14.130%	12.366 ug/L ± 18.023%	15.315 ug/L ± 21.916%	18.264 ug/L ± 25.809%	21.213 ug/L ± 34.702%	24.162 ug/L ± 49.595%

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:


  
 Responsable de Laboratorio
   
 Dirección: Mapacho N°6-14 y Correa - Telefonos: 3971-160, ext. 2068, 2069.
   
 Email: www.lancash.com.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

	<b>Informe de Resultados Nro.</b> 15-511	RC38-02
		Pág. 1 de 3

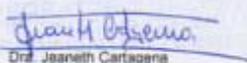
<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencías	OT-15-097
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencías	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>
<b>DIRECCIÓN:</b>	Marlосca	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / <b>Fax:</b> NR
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b> 8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15 a 15-05-15	
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-511
<b>Código de muestreo:</b>	A2
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Pisque
<b>Muestreo:</b>	<b>Fecha:</b> 06/05/2015
	<b>Hora:</b> 13H06
<b>Coordenadas:</b>	NR
<b>Matriz:</b>	NR
<b>Observaciones:</b>	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Recorta

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

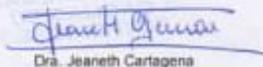
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> LANCAS Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Saneamiento	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	15-811	RC38-02
			Pág 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	74,05
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	14,21
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	9,97
Clouros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	1,27 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	17,54
Nitratos	PE05	SM4500 NO3- B	mg/l	0,82 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P (C)	mg/l	0,404
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,09
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	11,04
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,29

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
 \*(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Coroa - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA Laboratorio de Aguas	Informe de Resultados Nro.	15-511	RC-18-02
			Pág. 3 de 3

ENSAJO	RANGO DE REPORTE	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL							
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8
pH	5.85-8.160 uPH	5.88 uPH ± 2.07%	6.91 uPH ± 1.90%	8.02 uPH ± 0.90%	8.90 uPH ± 0.34%	11.04 uPH ± 0.6%	2092.5 uPH ± 1.0%	6658.8 uPH ± 0.4%	
Conductividad	7.3-655.6 uS/cm	29.2 uS/cm ± 4.7%	59.73 ± 3.49%	113.0 uS/cm ± 0.7%	369.96 ± 1.60%	478.82 ± 0.65%	752.85 ± 1.36%	1028.99 ± 2.49%	
Alcalinidad	17.38-1028.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	41.50 ± 4.40%	285.01 ± 2.81%	527.50 ± 1.38%	752.85 ± 1.36%	925.48 ± 1.08%		
Dureza total	10.02-752.85 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	31.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.83%	297.99 ± 1.43%	527.50 ± 1.38%	752.85 ± 1.36%		
Dureza Calcio	6.02-525.48 mg/L	5.54 mg/L ± 23.87%	16.29 ± 2.83%	124.77 ± 1.58%	251.42 ± 0.77%	399.23 ± 2.21%			
Cloruros	5.94-299.42 mg/L	6.56 mg/L ± 20.73%	22.29 ± 12.53%	99.08 ± 4.30%	186.95 ± 2.85%				
Sulfatos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	9.67 ± 4.01%	10.44 ± 7.17%					
Nitratos	0.243-1.94 mg/L	0.243 mg/L ± 20.051%	0.453 ± 11.221%	1.949 ± 26.16%					
Nitritos	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 25.59%	0.74 ± 6.27%	1.41 ± 3.08%					
Fosforo total	0.142-4.47 mg/L	0.142 mg/L ± 23.92%	3.02 ± 7.03%	4.810 ± 5.188%					
Fosforo total	0.025-199.32 mg/L	0.025 mg/L ± 14.44%	50.03 mg/L ± 15.03%	27.07 mg/L ± 5.51%	397.62 mg/L ± 2.54%	628.53 mg/L ± 2.30%	1186.7 ± 4.5%	985.35 mg/L ± 1.70%	
Sólidos totales disueltos	87.5-199.32 mg/L	87.5 mg/L ± 23.2%	159.9 ± 16.9%	484 ± 8.1%	1540.7 ± 2.7%	3491.0 ± 1.4%			
Sólidos Totales	53.5-1461.6 mg/L	83.8 mg/L ± 23.2%	313.3 ± 13.13%	212.50 ± 10.96%	534.17 ± 11.56%	3356.67 ± 2.03%			
CEBOS	0.483-2.991 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.655 ± 0.151%	1.489 ± 5.728%	2.991 ± 4.204%	8.44 ± 2.55%			
Cloro	0.95-9.44 mg/L	0.56 ± 23.53%	1.04 ± 14.56%	2.89 ± 4.73%	8.10 ± 5.66%				
Nitro	0.145-1.017 mg/L	0.145 mg/L ± 26.862%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%	1.000 ± 4.065%				
Manganoso	0.148-1.069 mg/L	0.148 mg/L ± 26.102%	0.275 ± 16.923%	0.525 ± 7.789%	1.000 ± 4.065%				
Cadmio	0.495-210.877 µg/L	0.495 µg/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	51.508 ± 5.897%	63.887 ± 0.927%	310.877 ± 4.233%			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Jeaneth Chacón*  
 Dra. Jeaneth Chacón  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Maquico 426-14 y Corea - Teléfono: 3971-100 ext. 2068, 2069  
 Email: [www.kartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.kartagena@inamhi.gob.ec)

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <p><b>INAMHI</b> LANCAS Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos</p>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-512</b>	<b>RC38-02</b>
			Pág 1 de 3

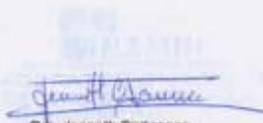
<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencias	<b>OT-15-097</b>
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	<b>Email:</b> danielamencias@yahoo.com
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencias	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>
<b>DIRECCIÓN:</b>	Mañosa	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / <b>Fax:</b> NR
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b> 8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Ifaquito N36-14 y Corea	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15	a 15-05-15
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-512
<b>Código de muestreo:</b>	A3
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Plaque
<b>Muestreo:</b>	<b>Fecha:</b> 06/05/2015
	<b>Hora:</b> 15H05
<b>Coordenadas:</b>	NR
<b>Matriz:</b>	NR
<b>Observaciones:</b>	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
NR: No Reporta*



**Dr. Jeaneth Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

*Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec*

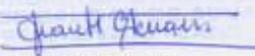
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sólidos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-512</b>	<b>RC38-02</b>
			Pág. 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	0.00
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	71.68
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13.89
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	9.20
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0.91 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO4- E	mg/l	18.38
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0.78 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0.439
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3.10
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10.59
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0.30

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
 \*(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dr. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

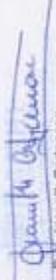
Dirección: Maquita N36-14 y Cónes - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

 <b>LANCASA</b> Laboratorio Nacional de Control de Calidad de Agua y Saneamiento	Informe de Resultados Nro.	15-512	RC38-02 Pág. 3 de 3
	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL		

ENSAYO	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL						
	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
pH	5.68-8.95 uPH	0.88 uPH ± 1.2,67%	0.58 uPH ± 1.95%	0.02 uPH ± 0.39%	0.06 uPH ± 0.34%		
Conductividad	7.3-1055.6 µS/cm	7.3 uS/cm ± 1.1%	26.2 uS/cm ± 4.1%	113.0 uS/cm ± 0.7%	1104.5 uS/cm ± 0.3%		
Alcalinidad	17.3-102.0 mg/L	17.3 mg/L ± 11.0%	95.13 ± 4.0%	153.04 ± 0.06%	2592.5 uS/cm ± 1.0%		6655.6 uS/cm ± 0.4%
Dureza total	10.02-712.55 mg/L	10.02 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 4.40%	265.91 ± 2.01%	299.56 ± 1.40%		752.95 ± 1.96%
Dureza Cálcica	6.02-526.48 mg/L	6.02 mg/L ± 23.87%	37.22 ± 4.85%	101.39 ± 1.83%	527.50 ± 1.36%		526.48 ± 1.08%
Cloruros	5.94-209.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.18%	46.76 ± 2.83%	174.77 ± 1.58%	289.42 ± 0.77%		
Sulfatos	6.56-309.23 mg/L	6.56 mg/L ± 29.73%	22.20 ± 12.53%	95.06 ± 4.30%	108.90 ± 2.05%		
Nitritos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 ± 4.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitros	0.243-1.940 mg/L	0.243 mg/L ± 20.067%	0.423 ± 11.221%	1.940 ± 2.616%			
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 26.59%	0.72 ± 6.27%	1.34 ± 4.54%			
Fluoruros	0.52-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 26.92%	1.04 ± 21.95%	1.47 ± 3.00%			
Fósforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 ± 22.437%	3.095 ± 7.032%	4.810 ± 5.198%			
Turbidez	62.2-1186.7 NTU	0.96 NTU ± 13.84%	30.63 NTU ± 0.03%	123.07 NTU ± 5.51%			
Sólidos totales disueltos	53.8-3491.6 mg/L	62.2 ± 2.271%	187.1 ± 12.2%	513.8 ± 10.0%	307.60 NTU ± 2.54%		689.33 NTU ± 1.70%
Sólidos Totales	4.82-3356.67 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	158.0 ± 16.9%	484.7 ± 8.1%	798.7 ± 5.0%		1100.7 ± 4.5%
DBO5	0.483-2.991 mg/L	4.82 ± 25.61%	31.37 ± 13.13%	212.50 ± 10.86%	1540.7 ± 2.7%		3481.6 ± 1.4%
Cobre	0.58-9.44 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.955 ± 8.151%	1.489 ± 5.728%	534.17 ± 11.56%		3356.67 ± 2.83%
Hierro	0.140-1.017 mg/L	0.58 ± 23.53%	1.04 ± 14.56%	2.80 ± 4.73%	2.091 ± 4.204%		0.44 ± 2.55%
Manganeso	0.146-1.040 mg/L	0.140 mg/L ± 29.982%	0.519 ± 9.366%	1.017 ± 5.178%	1.060 ± 4.065%		
Cadmio	6.468-10.877 ug/L	0.146 ug/L ± 28.192%	0.276 ± 15.923%	0.539 ± 7.789%	0.838 ± 6.837%		
Arsénico		6.468 ug/L ± 21.425%	9.411 ± 14.130%	51.508 ± 6.857%	210.677 ± 4.233%		

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

  
 Dr. Jeanneth Carbagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Itapuito A35-14 y Corea - Teléfono: 3971-100 ext. 2066, 2068  
 Email: www.lancasa@inamiv.gub.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-513</b>	<b>RC38-02</b>
			Pág. 1 de 3

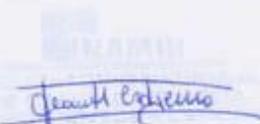
<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencias		OT-15-097
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencias	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Mañosca	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / <b>Fax</b> NR	
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b>	8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15	a	15-05-15
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-513
<b>Código de muestreo:</b>	A4
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Pisque
<b>Muestreo:</b>	<b>Fecha:</b> 08/05/2015
	<b>Hora:</b> 15H42
<b>Coordenadas:</b>	NR
<b>Matriz:</b>	NR
<b>Observaciones:</b>	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta

  
 Dr. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartegena@inamhi.gob.ec

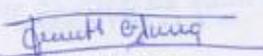
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-513</b>	<b>RC38-02</b>
			Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	9.90
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	62.17
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13.09
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	8.81
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	1.27 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	16.49
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0.66 (a)
Fosfatos*	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0.518
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3.27
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10.51
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0.25

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 (a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

  
 Dr. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.icartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

 <b>LANCAS</b> Laboratorio de Análisis y Instrumentación	Informe de Resultados Nro.	15-513	RC38-02
			Pág. 3 de 3

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL					NIVEL 6
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	
pH	5.85-8.96 usH	5.88 usH ± 2.67%	6.96 usH ± 1.05%	8.02 usH ± 0.30%	8.06 usH ± 0.34%	1104.5 us/cm ± 0.9%	8655.6 us/cm ± 0.4%
Conductividad	7.3-6955.6 us/cm	7.3 us/cm ± 7.1%	26.2 us/cm ± 5.7%	113.0 us/cm ± 0.7%	1104.5 us/cm ± 0.9%	2992.5 us/cm ± 1.0%	1029.89 ± 2.48%
Alcalinidad	17.38-1020.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.49%	153.04 ± 2.06%	369.96 ± 1.60%	475.82 ± 0.55%	752.55 ± 1.36%
Dureza total	10.62-742.55 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 6.40%	265.01 ± 2.81%	527.50 ± 1.30%	752.55 ± 1.36%	525.48 ± 1.08%
Dureza Calcio	6.62-575.45 mg/L	6.62 mg/L ± 23.87%	37.22 ± 4.63%	101.09 ± 1.83%	257.99 ± 1.43%	525.48 ± 1.08%	399.23 ± 2.21%
Dureza Magnesio	5.94-299.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	48.28 ± 2.83%	124.77 ± 1.56%	259.42 ± 0.77%	158.96 ± 2.95%	
Sulfatos	6.56-369.23 mg/L	6.56 mg/L ± 29.73%	22.29 ± 12.53%	59.06 ± 4.30%	158.96 ± 2.95%		
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.07 ± 4.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitritos	0.243-1.946 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.221%	1.946 ± 2.616%			
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 25.59%	0.72 ± 6.27%	1.34 ± 4.54%			
Fosforo total	0.52-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 26.92%	1.04 ± 21.96%	1.47 ± 3.00%			
Turbidez	0.96-989.33 NTU	0.542 ± 22.437%	3.085 ± 7.032%	4.810 ± 5.195%	307.60 NTU ± 2.54%	828.53 NTU ± 2.39%	869.33 NTU ± 1.70%
Sólidos totales disueltos	62.2-1166.7 mg/L	62.2 ± 27.1%	197.1 ± 12.2%	513.8 ± 10.0%	798.7 ± 5.0%	1180.7 ± 4.3%	
Sólidos Totales	53.8 mg/L ± 23.2%	53.8 mg/L ± 23.2%	168.0 ± 16.9%	484.7 ± 6.1%	1540.7 ± 2.7%	3491.8 ± 1.4%	
DBO5	4.82-3356.67 mg/L	4.82 ± 25.01%	31.37 ± 13.13%	212.50 ± 10.86%	534.17 ± 11.56%	3356.67 ± 2.83%	
Cobre	0.483-2.991 mg/L	0.56 ± 23.53%	0.955 ± 8.151%	1.489 ± 5.728%	2.991 ± 4.204%	6.69 ± 3.88%	
Hierro	0.56-9.44 mg/L	0.56 ± 23.53%	1.04 ± 14.56%	2.85 ± 4.73%	6.69 ± 3.88%	9.44 ± 2.55%	
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 26.982%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%			
Cadmio	0.146-1.060 mg/L	0.148 mg/L ± 26.192%	0.275 ± 15.923%	0.535 ± 7.789%	1.060 ± 4.965%		
Argentico	6.468-210.377 ug/L	6.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	151.508 ± 6.867%	93.887 ± 6.627%	219.877 ± 4.233%	

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Janeth Cartagena*  
 Ecn. Janeth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Maqueto N35-14 y Concha - Teléfonos: 3971-100 ext. 2068, 2069  
 Email: www.lancas.com.ec | email: info@lancas.com.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> LANCAS Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Ambiente	Informe de Resultados Nro.	15-514	RC38-02
			Pág. 1 de 3

USUARIO:	Daniela Mencias		OT-15-097
PERSONA DE CONTACTO:	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencias	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:	
DIRECCIÓN:	Mañosa	TELÉFONO:	2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	07-05-15	HORA:	8H00
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	07-05-15	a	15-05-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-514
Código de muestreo:	A5
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 06/05/2015
	Hora: 18H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	NR
Observaciones:	NR

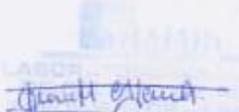
**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados*

*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS*

NR: No Reporta

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

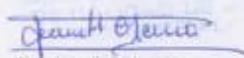
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de  Control de Agua y  Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-514</b>	<b>RC38-02</b>
			Pág. 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	7,52
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	62,96
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13,89
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	8,23
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,91 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SD42- E	mg/l	18,65
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0,85 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P (C)	mg/l	0,691
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,05
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10,32
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,31

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
\*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*



**Dra. Jeaneth Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

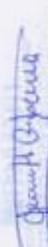
Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: [www.jcartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.jcartagena@inamhi.gob.ec)

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

**VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL**

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
pH	5.88-8.66 upH	5.88 upH ± 2.67%	6.98 upH ± 1.05%	8.02 upH ± 0.36%	8.96 upH ± 0.34%	2992.5 us/cm ± 1.0%	6655.8 us/cm ± 0.4%
Conductividad	7.3 us/cm a 6 us/cm	7.3 us/cm ± 7.1%	20.2 us/cm ± 4.7%	113.0 us/cm ± 0.7%	1104.5 us/cm ± 0.9%	475.82 ± 0.55%	1028.89 ± 2.48%
Alcalinidad	17.38-1028.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.49%	151.04 ± 2.06%	369.96 ± 1.60%	752.95 ± 1.36%	
Dureza total	10.62-752.95 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 6.40%	263.91 ± 2.61%	527.50 ± 1.30%		
Dureza Calcio	6.82-525.48 mg/L	6.82 mg/L ± 23.87%	37.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.83%	287.96 ± 1.43%		
Cloruros	5.94-299.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.76%	46.26 ± 2.83%	124.77 ± 1.58%	269.42 ± 0.77%		
Sulfatos	6.56-399.23 mg/L	6.56 mg/L ± 29.73%	22.29 ± 12.53%	69.09 ± 4.30%	198.99 ± 2.89%		
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 ± 4.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitritos	0.243-1.946 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.221%	1.946 ± 2.616%			
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 25.59%	0.72 ± 6.27%	1.34 ± 4.14%			
Fluoruros	0.52-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 26.92%	1.04 ± 21.95%	4.81 ± 3.00%			
Fosforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 mg/L ± 22.417%	3.085 ± 7.032%	4.81 ± 5.198%			
Turbidez	0.96-909.33 NTU	0.96 NTU ± 13.844%	30.93 NTU ± 6.03%	123.07 NTU ± 5.51%	307.60 NTU ± 2.54%	628.53 NTU ± 2.36%	989.33 NTU ± 1.79%
Sólidos totales disueltos	62.2-1186.7 mg/L	62.2 ± 27.1%	198.9 ± 16.5%	513.8 ± 10.0%	796.7 ± 5.0%	1106.7 ± 4.5%	
Sólidos Totales	53.8-3491.8 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	198.9 ± 16.5%	484.7 ± 5.1%	1540.7 ± 2.7%	3481.6 ± 1.4%	
DBO5	4.82-3359.07 mg/L	4.82 ± 25.61%	31.37 ± 13.13%	212.50 ± 10.00%	534.17 ± 11.56%	3356.67 ± 2.83%	
Cobre	0.483-2.091 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.965 ± 8.151%	1.489 ± 5.728%	2.991 ± 4.204%		
Hierro	0.56-0.44 mg/L	0.56 ± 23.63%	1.04 ± 14.56%	2.85 ± 4.73%	6.69 ± 3.68%	9.44 ± 2.55%	
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 29.982%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%			
Cadmio	0.148-1.060 mg/L	0.148 mg/L ± 28.192%	0.275 ± 16.923%	0.530 ± 7.789%	1.060 ± 4.065%		
Arsenico	0.468-210.877 ug/L	0.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	131.509 ± 6.657%	83.887 ± 6.827%	210.877 ± 4.233%	

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

  
 Dr. Jemeth Castagnoli  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Itaqueño 835-14 y Corea - Teléfono: 3971-100 ext. 2068, 2069.  
 Email: www.karinyema@inamari.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

 <b>INAMHI</b> INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA Centro de Aguas y Saneamiento	Informe de Resultados Nro.	15-511	RC38-02 Pág. 3 de 3
	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL		

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 8	NIVEL 8
pH	5.85-8.86 uPH	5.85 uPH ± 2.07%	6.96 uPH ± 1.95%	8.02 uPH ± 0.30%	8.99 uPH ± 0.34%	11.04 uPH ± 0.6%	2062.5 uPH ± 1.0%	475.82 ± 0.55%	6952.6 uPH ± 0.4%
Conductividad	7.3-6655.0 uS/cm	7.3 uS/cm ± 7.1%	20.2 uS/cm ± 4.7%	113.0 uS/cm ± 0.7%	153.04 ± 2.06%	309.96 ± 1.60%	527.50 ± 1.30%	762.05 ± 1.30%	1028.89 ± 2.45%
Alcalinidad	17.38-1028.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.49%	153.04 ± 2.06%	285.07 ± 2.61%	101.09 ± 1.83%	297.96 ± 1.43%	527.48 ± 1.06%	
Dureza total	10.62-762.59 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 6.40%	101.09 ± 1.83%	124.77 ± 1.56%	299.42 ± 0.77%	396.23 ± 2.21%		
Dureza Calcio	6.62-525.48 mg/L	6.62 mg/L ± 23.07%	31.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.83%	124.77 ± 1.56%	299.42 ± 0.77%	396.23 ± 2.21%		
Dureza Magnesio	5.94-239.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	46.26 ± 2.83%	124.77 ± 1.56%	59.06 ± 4.30%	196.96 ± 2.95%			
Cloruros	5.94-239.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	22.29 ± 2.53%	59.06 ± 4.30%	104.4 ± 2.76%				
Sulfatos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	6.67 ± 4.61%	104.4 ± 2.76%					
Nitratos	0.243-1.946 mg/L	0.243 mg/L ± 20.027%	0.433 ± 11.221%	1.946 ± 2.016%					
Nitrógeno	0.105-1.38 mg/L	0.105 mg/L ± 25.527%	0.173 ± 6.27%	1.34 ± 4.54%					
Fosforo	0.53-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 28.52%	1.04 ± 21.96%	1.47 ± 3.00%					
Fosforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 mg/L ± 28.52%	3.095 ± 7.032%	4.810 ± 5.189%					
Turbidez	0.06-969.33 NTU	0.06 NTU ± 13.84%	30.63 NTU ± 0.03%	23.07 NTU ± 5.51%	207.60 NTU ± 2.54%	628.53 NTU ± 2.30%			980.35 NTU ± 7.90%
Sólidos totales disueltos	62.2-1186.7 mg/L	62.2 ± 27.1%	187.1 ± 12.2%	513.8 ± 10.0%	768.7 ± 5.6%	1186.7 ± 4.5%			
Sólidos Totales	53.8-3491.6 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	198.0 ± 16.9%	484.7 ± 8.1%	1540.7 ± 2.7%	3491.6 ± 1.4%			
DBO5	4.82-3356.67 mg/L	4.82 ± 25.61%	31.37 ± 13.13%	212.50 ± 10.96%	534.17 ± 11.56%	3356.67 ± 7.83%			
Cobre	0.483-2.991 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.652 ± 8.151%	1.489 ± 5.28%	2.991 ± 4.204%	6.69 ± 3.68%			8.44 ± 2.55%
Hierro	0.585-0.44 mg/L	0.56 ± 25.53%	1.04 ± 14.56%	2.89 ± 4.77%					
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 20.952%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%					
Cadmio	0.148-1.060 mg/L	0.148 mg/L ± 28.102%	0.275 ± 15.923%	0.535 ± 7.789%	1.000 ± 4.065%				
Arsénico	0.468-210.877 ug/L	0.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	51.600 ± 6.807%	93.887 ± 6.627%				210.877 ± 4.233%

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Jeaneth Cárdenas*  
 Dra. Jeaneth Cárdenas  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Maquico 626-14 y Corrales - Teléfono: 3971-100 int. 2068, 2069  
 Email: www.karlagema@enamb.gob.ec

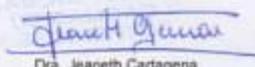
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>  15-511	<b>RC38-02</b>
		Pág. 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	74,05
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	14,21
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	9,97
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	1,27 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	17,54
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,62 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P (C)	mg/l	0,404
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,09
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	11,04
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,29

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
 (a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Saneamiento</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-511</b>	RC38-02
			Pág. 1 de 3

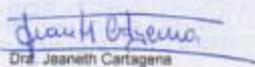
<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencías		OT-15-097
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencías	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Mañosca	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / Fax	NR
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b>	8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Iñaquito N38-14 y Corea		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15	a	15-05-15
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-511				
<b>Código de muestreo:</b>	A2				
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Pisque				
<b>Muestreo:</b>	<table border="1"> <tr> <td><b>Fecha:</b></td> <td>06/05/2015</td> </tr> <tr> <td><b>Hora:</b></td> <td>13H06</td> </tr> </table>	<b>Fecha:</b>	06/05/2015	<b>Hora:</b>	13H06
<b>Fecha:</b>	06/05/2015				
<b>Hora:</b>	13H06				
<b>Coordenadas:</b>	NR				
<b>Matriz:</b>	NR				
<b>Observaciones:</b>	NR				

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados  
 aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Iñaquito N38-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

	Informe de Resultados Nro.	15-610	RC35-02
			Pág. 3 de 3

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL				
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
pH	5.88-8.98 uPH	5.96 uPH ± 2.67%	5.96 uPH ± 1.95%	6.02 uPH ± 0.39%	6.06 uPH ± 0.34%	6.06 uPH ± 0.34%
Conductividad	7.3-6655.6 uS/cm	7.3 uS/cm ± 7.1%	26.2 uS/cm ± 1.7%	113.0 uS/cm ± 0.7%	1104.5 uS/cm ± 0.9%	5992.5 uS/cm ± 1.0%
Alcalinidad	17.38-1028.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.49%	153.04 ± 2.00%	359.96 ± 1.80%	475.82 ± 0.55%
Dureza total	10.82-752.35 mg/L	10.63 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 6.40%	265.01 ± 2.61%	527.59 ± 1.36%	752.55 ± 1.36%
Dureza CaCl <sub>2</sub>	6.02-525.48 mg/L	6.03 mg/L ± 23.67%	37.22 ± 4.85%	101.09 ± 1.83%	297.95 ± 1.45%	529.48 ± 1.05%
Cloruros	5.94-299.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	46.26 ± 2.83%	124.77 ± 1.58%	259.42 ± 0.77%	398.23 ± 2.21%
Sulfatos	6.56-389.23 mg/L	6.56 mg/L ± 26.73%	22.29 ± 12.53%	59.06 ± 4.30%	198.95 ± 2.89%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	3.67 ± 4.03%	10.44 ± 2.15%		
Nitritos	0.243-1.948 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.221%	1.948 ± 2.616%		
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 23.99%	0.74 ± 6.27%	1.34 ± 4.54%		
Fluoruros	0.542-4.810 mg/L	0.542 mg/L ± 28.92%	1.04 ± 21.86%	4.810 ± 5.198%		
Fosforo total	0.56-989.33 NTU	0.542 ± 22.437%	3.098 ± 7.02%	4.810 ± 5.198%		
Turbidez	0.56-989.33 NTU	0.542 ± 22.437%	3.098 ± 7.02%	4.810 ± 5.198%		
Sólidos totales disueltos	53.8-3283.0 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	197.1 ± 12.2%	513.0 ± 10.0%	307.60 NTU ± 2.54%	628.53 NTU ± 3.56%
Sólidos Totales	452.33-1961.0 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	313.0 ± 13.3%	293.30 ± 10.46%	1549.7 ± 3.7%	1186.7 ± 4.5%
DBO5	0.463-3.961 mg/L	0.463 mg/L ± 16.64%	0.652 ± 4.1%	2.450 ± 0.96%	534.17 ± 1.66%	3356.07 ± 2.83%
Cobre	0.56-4.44 mg/L	0.56 mg/L ± 23.53%	0.64 ± 14.65%	2.89 ± 4.73%	6.69 ± 3.68%	9.44 ± 2.22%
Hierro	0.148-1.017 mg/L	0.148 mg/L ± 26.862%	0.319 ± 5.309%	1.017 ± 5.178%	1.060 ± 4.065%	
Manganeso	0.148-1.017 mg/L	0.148 mg/L ± 26.102%	0.275 ± 15.923%	0.539 ± 7.769%	1.060 ± 4.065%	
Cadmio	6.40E-210.877 ug/L	6.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	51.508 ± 6.857%	63.807 ± 6.027%	210.877 ± 4.253%

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

  
**LANCAS**  
 Laboratorio de Análisis y Control de Calidad  
 Juan Carlos Guevara  
 Responsable de Laboratorio

Director: Mapacho N05-14 y Conas - Teléfonos: 3971-190, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lancasgmsa@maswaj.gov.ec

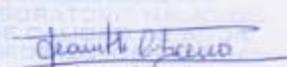
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Suelos</small>	Informe de Resultados Nro.	15-510	RC58-02
			Pág. 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	18,22
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	45,54
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	11,50
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	8,52
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,36 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	17,61
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0,30 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0,992
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,25
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	11,53
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,30

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*  
 \*(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Maquío N35-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069  
 Email: [www.lcartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.lcartagena@inamhi.gob.ec)

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b> <b>15-510</b>	RC38-02
		Pág.1 de 3

<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencias		OT-15-097
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencias	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Mañosca	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / Fax	NR
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b>	8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Iñaquito N38-14 y Corea		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15	a	15-05-15
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-510
<b>Código de muestreo:</b>	A1
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Pisque
<b>Muestreo:</b>	<b>Fecha:</b> 06/05/2015
	<b>Hora:</b> 12H30
<b>Coordenadas:</b>	NR
<b>Matriz:</b>	NR
<b>Observaciones:</b>	NR

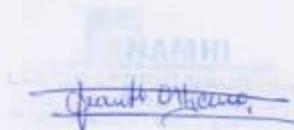
**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados*

*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS*

NR: No Recorde



**Dra. Jeaneth Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

*Dirección: Iñaquito N38-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.icartagena@inamhi.gob.ec*

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

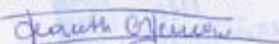
 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos</small>	<b>ACTA DE ENTREGA</b>	RC49 01
		Pág. 1 de 1

Quito, 19 de mayo del 2015

El Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología hace entrega de 5 informes de resultados a la Sra. Fabiola Ibadango detallados a continuación:

Código de Muestra	Lugar de muestreo	OBSERVACIONES
M-15-510	INCASA	Entregado
M-15-511	INCASA	Entregado
M-15-512	INCASA	Entregado
M-15-513	INCASA	Entregado
M-15-514	INCASA	Entregado

**ENTREGUE CONFORME**

  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable Del Laboratorio

**RECIBI CONFORME**

Fabiola Ibadango

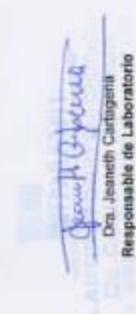
“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

	Informe de Resultados Nro.	18-514	RC38-02
			Pág. 3 de 3.

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
pH	5.88-8.96 upH	5.88 upH ± 2.67%	6.96 upH ± 1.05%	8.02 upH ± 0.39%	6.96 upH ± 0.34%	2592.3 us/cm ± 1.0%	6655.6 us/cm ± 0.4%
Conductividad	7.3-6655.6 us/cm	7.3 us/cm ± 1.1%	26.2 us/cm ± 4.7%	113.0 us/cm ± 0.7%	1104.5 us/cm ± 0.9%	475.82 ± 0.55%	1028.89 ± 2.49%
Alcalinidad	17.38-1028.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.89%	41.50 ± 6.40%	265.91 ± 2.61%	752.55 ± 1.36%	
Dureza total	10.62-752.55 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	57.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.63%	297.96 ± 1.43%	525.48 ± 1.08%	
Dureza Calcica	8.82-625.48 mg/L	8.82 mg/L ± 23.87%	48.26 ± 2.83%	124.77 ± 1.58%	299.42 ± 0.77%		
Cloruros	5.94-399.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	22.29 ± 12.63%	59.69 ± 4.30%	198.99 ± 2.95%		
Sulfatos	5.56-399.23 mg/L	5.56 mg/L ± 20.73%	22.29 ± 12.63%	59.69 ± 4.30%	198.99 ± 2.95%		
Nitritos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 ± 4.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitros	0.243-1.946 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.221%	1.946 ± 2.616%			
Aluminio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 26.589%	0.72 ± 6.27%	1.34 ± 4.94%			
Fluoruros	0.52-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 26.972%	1.04 ± 7.692%	1.47 ± 3.00%			
Fosforo total	0.542-4.816 mg/L	0.542 ± 22.437%	3.065 ± 7.032%	4.816 ± 5.168%			
Turbidez	0.96-909.33 NTU	0.96 NTU ± 13.84%	30.93 NTU ± 6.03%	23.07 NTU ± 5.51%	307.60 NTU ± 2.54%	628.53 NTU ± 2.36%	989.33 NTU ± 1.79%
Sólidos totales disueltos	62.2-1186.7 mg/L	62.2 ± 27.1%	197.1 ± 12.2%	513.8 ± 10.0%	786.7 ± 5.0%	1166.7 ± 4.5%	
Sólidos Totales	53.8-3491 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	198.0 ± 16.0%	484.7 ± 5.1%	1540.7 ± 2.7%	3491.6 ± 1.4%	
DBO5	4.02-3356.07 mg/L	4.02 mg/L ± 16.504%	0.955 ± 8.151%	1.489 ± 5.728%	2.991 ± 4.204%	3.596.97 ± 2.83%	
Cobre	0.483-2.991 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	1.04 ± 14.59%	2.89 ± 4.73%	6.09 ± 3.68%	9.44 ± 2.55%	
Hierro	0.56-9.44 mg/L	0.56 ± 23.53%	1.04 ± 14.59%	1.017 ± 5.178%			
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 29.982%	0.519 ± 9.369%	0.539 ± 7.769%			
Cadmio	0.140-1.000 mg/L	0.148 mg/L ± 26.192%	0.275 ± 15.923%	0.539 ± 7.769%			
Arsenico	0.463-210.877 ug/L	0.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	51.500 ± 0.857%	93.887 ± 6.627%	210.877 ± 4.233%	

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

  
 Dr. Jeanneth Cartagenís  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Ilaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lancashna@lancashna.com.ec

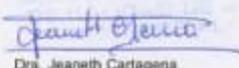
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Suelos</small>	Informe de Resultados Nro.	15-514	RC38-02
			Pág. 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	7,52
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	62,96
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13,89
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	8,23
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,91 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SD42- E	mg/l	18,65
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0,85 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P,(C)	mg/l	0,691
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,05
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10,32
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,31

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 (a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE”

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Saneamiento</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b> 15-514	RC38-02
		Pág. 1 de 3

USUARIO:	Daniela Mencías	OT-15-097
PERSONA DE CONTACTO:	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencías	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:
DIRECCIÓN:	Mañosca	TELÉFONO: 2920401 / Fax: NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	07-05-15	HORA: 8H00
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	07-05-15 a 15-05-15	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/05/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

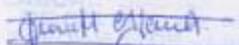
Código de Laboratorio:	M-15-514
Código de muestreo:	A5
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 06/05/2015
	Hora: 16H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	NR
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados*

*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS*  
 NR: No Reporte

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069  
 Email: www.icartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

 <p><b>LANCASA</b> Laboratorio de Análisis de Agua y Sólidos</p>	Informe de Resultados Nro.	15-513	RC3B-02
			Pag. 3 de 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
pH	5.88 ± 0.96 uPH	5.88 uPH ± 2.67%	6.96 uPH ± 1.95%	6.02 uPH ± 0.30%	8.06 uPH ± 0.34%		
Conductividad	7.3-8655.6 uS/cm	7.3 uS/cm ± 7.1%	26.2 uS/cm ± 4.7%	113.0 uS/cm ± 0.7%	1104.5 uS/cm ± 0.9%	2962.5 uS/cm ± 1.0%	8655.6 uS/cm ± 0.4%
Alcalinidad	17.38-1026.89 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.73 ± 3.49%	153.64 ± 2.06%	369.06 ± 1.60%	475.82 ± 0.55%	1026.89 ± 2.49%
Dureza total	10.62-742.55 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	41.50 ± 6.40%	265.01 ± 2.81%	527.50 ± 1.38%	752.53 ± 1.36%	
Dureza Calcio	6.62-525.48 mg/L	6.62 mg/L ± 23.87%	37.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.63%	297.96 ± 1.43%	525.48 ± 1.08%	
Cloruros	5.94-299.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	40.20 ± 2.83%	124.77 ± 1.68%	299.42 ± 0.77%		
Sulfatos	6.56-359.23 mg/L	6.56 mg/L ± 29.73%	22.29 ± 12.63%	99.06 ± 4.30%	198.96 ± 2.95%		
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 ± 4.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitritos	0.243-0.946 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.231%	1.948 ± 6.165%			
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 25.59%	0.72 ± 6.27%	1.34 ± 4.45%			
Fluoruros	0.52-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 28.82%	1.04 ± 7.58%	1.47 ± 3.00%			
Fósforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 ± 22.437%	3.094 ± 7.052%	4.810 ± 5.198%			
Turbidez	0.90-609.33 NTU	0.96 NTU ± 13.84%	30.93 NTU ± 6.07%	223.07 NTU ± 5.51%	307.60 NTU ± 2.64%	628.53 NTU ± 2.36%	609.33 NTU ± 1.79%
Sólidos totales disueltos	82.4-1186.7 mg/L	82.4 ± 27.1%	107.1 ± 12.2%	913.8 ± 10.0%	799.7 ± 9.6%	1186.7 ± 4.3%	
Sólidos Totales	5318-3491 mg/L	53.18 mg/L ± 23.2%	168.0 ± 16.9%	484.7 ± 6.1%	1540.7 ± 2.7%	3491.6 ± 1.4%	
DB5	4.82-3356.67 mg/L	4.82 ± 25.81%	31.37 ± 13.13%	217.50 ± 10.06%	534.17 ± 11.36%	3356.67 ± 2.83%	
Cobre	0.483-2.991 mg/L	0.483 mg/L ± 16.504%	0.955 ± 8.151%	1.489 ± 5.728%	2.991 ± 4.204%		
Hierro	0.56-9.44 mg/L	0.56 ± 23.53%	1.04 ± 14.56%	2.85 ± 4.73%	6.69 ± 3.80%	9.44 ± 2.55%	
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 26.982%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%			
Cadmio	0.148-1.060 mg/L	0.148 mg/L ± 26.192%	0.275 ± 15.923%	0.535 ± 7.789%	1.060 ± 4.065%		
Arsénico	6.468-210.877 ug/L	6.468 ug/L ± 21.425%	9.417 ± 14.130%	51.508 ± 8.867%	93.887 ± 6.627%	210.877 ± 4.233%	

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Jeaneth Cardapena*  
Dra. Jeaneth Cardapena  
Responsable de Laboratorio

Dirección: Maquico N35-14 y Concha - Teléfonos: 3971-100 ext. 2068, 2069  
Email: www.lancasa@inawatti.gob.ec

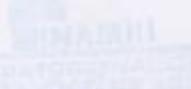
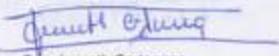
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> LANCAS Laboratorio Nacional de Control de Agua y Saneamiento	Informe de Resultados Nro.	15-513	RC38-02
			Pág.2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	9.90
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	82.17
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13.09
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	8.81
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	1.27 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	16.49
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0.66 (a)
Fosfatos*	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0.518
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3.27
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10.51
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0.25

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 (a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

  
  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Iñequitico N36-14 y Cores - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: [www.jcartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.jcartagena@inamhi.gob.ec)

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b> <b>15-513</b>	RC38-02
		Pág. 1 de 3

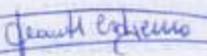
USUARIO:	Daniela Mencías	OT-15-097
PERSONA DE CONTACTO:	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencías	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:
DIRECCIÓN:	Mañosca	TELÉFONO: 2920401 / Fax: NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	07-05-15	HORA: 8H00
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Ifaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	07-05-15	a 15-05-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/05/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-513
Código de muestreo:	A4
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 08/05/2015
	Hora: 15H42
Coordenadas:	NR
Matriz:	NR
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta*

  
**Dr. Jeaneth Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL					
		NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
pH	5.88-8.95 upH	5.88 upH ± 2.67%	5.90 upH ± 1.95%	6.02 upH ± 0.305%	8.06 upH ± 0.24%		
Conductividad	7.3-4055.6 us/cm	7.3 us/cm ± 7.1%	26.2 us/cm ± 4.7%	113.0 us/cm ± 0.7%	1104.5 us/cm ± 0.9%	2992.5 us/cm ± 1.0%	6655.6 us/cm ± 0.4%
Alcalinidad	17.38-1028.86 mg/L	17.38 mg/L ± 11.70%	59.23 ± 3.29%	153.64 ± 2.05%	369.95 ± 1.60%	476.82 ± 0.55%	1026.89 ± 2.49%
Dureza total	10.62-752.55 mg/L	10.62 mg/L ± 25.36%	41.90 ± 6.40%	265.81 ± 2.61%	527.50 ± 1.38%	752.55 ± 1.36%	
Dureza Calcio	6.02-525.48 mg/L	6.02 mg/L ± 23.87%	37.22 ± 4.65%	101.09 ± 1.85%	297.96 ± 4.43%	525.48 ± 1.00%	
Cloruros	5.94-209.42 mg/L	5.94 mg/L ± 20.78%	46.26 ± 2.83%	124.77 ± 1.55%	269.42 ± 0.77%		
Sulfatos	6.36-399.23 mg/L	6.36 mg/L ± 29.73%	22.29 ± 12.53%	69.06 ± 4.30%	106.96 ± 2.95%	309.23 ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07 mg/L ± 25.03%	5.67 ± 6.61%	10.44 ± 2.75%			
Nitritos	0.243-1.646 mg/L	0.243 mg/L ± 20.057%	0.423 ± 11.221%	1.946 ± 2.616%			
Amonio	0.10-1.34 mg/L	0.10 mg/L ± 23.59%	0.72 ± 6.23%	1.34 ± 4.94%			
Fluoruro	0.55-1.47 mg/L	0.52 mg/L ± 28.92%	1.04 ± 21.98%	1.47 ± 3.00%			
Fosforo total	0.542-4.810 mg/L	0.542 ± 22.037%	3.095 ± 7.032%	4.810 ± 5.198%			
Turbidez	0.56-999.33 NTU	0.56 NTU ± 13.84%	30.63 NTU ± 0.03%	173.07 NTU ± 5.51%	307.60 NTU ± 2.54%	628.53 NTU ± 2.36%	989.33 NTU ± 1.79%
Sólidos totales disueltos	62.2-1186.7 mg/L	62.2 ± 2.71%	167.1 ± 12.2%	513.8 ± 10.0%	708.7 ± 6.0%	1186.7 ± 4.5%	
Sólidos Totales	53.8-3497.6 mg/L	53.8 mg/L ± 23.2%	168.0 ± 16.9%	444.7 ± 8.1%	1540.7 ± 2.1%	3481.6 ± 1.4%	
DBO5	4.83-3366.87 mg/L	4.83 mg/L ± 23.91%	31.37 ± 13.13%	217.50 ± 10.84%	534.17 ± 1.96%	3356.87 ± 2.83%	
Cobre	0.483-2.091 mg/L	0.483 mg/L ± 10.504%	0.955 ± 1.91%	1.469 ± 3.728%	2.091 ± 4.204%		
Hierro	0.56-9.44 mg/L	0.56 ± 23.53%	1.04 ± 14.56%	2.85 ± 4.73%	0.69 ± 3.08%	9.44 ± 2.55%	
Manganeso	0.140-1.017 mg/L	0.140 mg/L ± 29.386%	0.519 ± 9.369%	1.017 ± 5.178%			
Cadmio	0.148-1.060 mg/L	0.148 mg/L ± 26.192%	0.279 ± 15.923%	0.535 ± 7.789%	1.060 ± 4.065%		
Arsenico	6.468-210.877 up/L	6.468 up/L ± 21.429%	9.417 ± 14.130%	51.508 ± 6.857%	93.887 ± 6.627%	210.877 ± 4.233%	

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*[Firma]*  
 Dra. Jeaneeth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Itapuito 435-14 y Corea - Teléfono: 3971-100 ext. 2068, 2069.  
 Email: www.karfagenat@unimiy.gov.ec

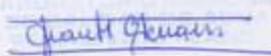
**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> LANCAS Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Saneamiento	<b>Informe de Resultados Nro.</b>  15-512	RC38-02
		Pág 2 de 3

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
Carbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	0.00
Bicarbonatos *	PE11	SM 2320 B	mg/l	71.68
Calcio *	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	13.89
Magnesio *	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	9.20
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0.91 (a)
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	18.38
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0.78 (a)
Fosfatos *	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0.439
Potasio *	PE20	SM 3111-B	mg/l	3.10
Sodio *	PE22	SM 3111-B	mg/l	10.59
Boro *	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0.30

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE  
 \*(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio

Dirección: Maquito N35-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>Laboratorio Nacional de          Calidad de Agua y          Sedimentos</small>	<b>Informe de Resultados Nro.</b>	<b>15-512</b>	RC38-02
			Pág 1 de 3

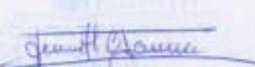
<b>USUARIO:</b>	Daniela Mencías		OT-15-097
<b>PERSONA DE CONTACTO:</b>	Fabiola Ibadango	Email: danielamencias@yahoo.com	
<b>MUESTREO REALIZADO POR:</b>	Daniela Mencías	<b>PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:</b>	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Mañosa	<b>TELÉFONO:</b> 2920401 / <b>Fax:</b>	NR
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:</b>	07-05-15	<b>HORA:</b>	8H00
<b>LUGAR DE ANÁLISIS:</b>	LANCAS Ifaquito N36-14 y Corea		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	07-05-15	a	15-05-15
<b>FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:</b>	19/05/2015		

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

<b>Código de Laboratorio:</b>	M-15-512
<b>Código de muestreo:</b>	A3
<b>Lugar de muestreo:</b>	Canal de riego Pisque
<b>Muestreo:</b>	<b>Fecha:</b> 06/05/2015
	<b>Hora:</b> 15H05
<b>Coordenadas:</b>	NR
<b>Matriz:</b>	NR
<b>Observaciones:</b>	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta*

  
**Dra. Jeaneth Cartagena**  
**Responsable de Laboratorio**

Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfono: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

 <b>INAMHI</b> <b>LANCAS</b> <small>LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS</small>	<b>ACTA DE ENTREGA</b>	RC49-01
		Pág. 1 de 1

Quito, 19 de junio del 2015

El Laboratorio Nacional de Calidad de Aguas y Sedimentos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología hace entrega de 5 informes de resultados a la Ing. Daniela Mencías detallados a continuación:

Código de Muestra	Lugar de muestreo	OBSERVACIONES
M-15-663	Canal de Riego el Pisque	Entregado
M-15-664	Canal de Riego el Pisque	Entregado
M-15-665	Canal de Riego el Pisque	Entregado
M-15-666	Canal de Riego el Pisque	Entregado
M-15-667	Canal de Riego el Pisque	Entregado

**ENTREGUE CONFORME**

  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable Del Laboratorio

**RECIBI CONFORME**

Ing. Daniela Mencías

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N°. 15-663  
Pág. 1

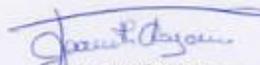
USUARIO:	Daniela Mencias	OT-15-122
PERSONA DE CONTACTO:	Diego Mencias	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencias	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: NR
DIRECCIÓN:	Mañosa	TELÉFONO: 2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	08-06-15	HORA: 14H08
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Iñaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	08-06-15	a 11-06-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	15/06/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-663
Código de muestreo:	1
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 07/06/2015
	Hora: 07H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
NR: No Reporta*

  
Dr. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: www.icartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N° 15-663

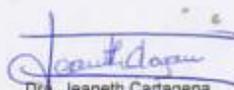
Pág. 2

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
* Carbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
* Bicarbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	32,86
* Calcio	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	11,97
* Magnesio	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	1,06
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,00
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	8,30
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,07
* Fosfatos	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0,342
* Potasio	PE20	SM 3111-B	mg/l	1,66
* Sodio	PE22	SM 3111-B	mg/l	5,24
* Boro	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,22

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\* Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

\* (a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio

  
INAMHI  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
LABORATORIO NACIONAL  
DE CALIDAD DE AGUA

Dirección: Ilaquillo N°36-12 y Cocha - Telefones: 3971-100; ext. 2068, 2069.  
Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec



RC38-02

INFORME DE RESULTADOS

N°: 15-063  
Pág: 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
Cloruros	5.04-260.42 mg/L	5.04mg/L ± 20.76%	48.26mg/L ± 2.03%	124.77mg/L ± 1.09%	289.42mg/L ± 0.77%		
Sulfatos	0.56-399.23 mg/L	0.56mg/L ± 20.73%	22.26mg/L ± 12.03%	55.06mg/L ± 4.20%	188.56mg/L ± 2.95%	388.23mg/L ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07mg/L ± 25.03%	0.87mg/L ± 4.81%	10.44mg/L ± 2.75%			

  
Dra. Jeanneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



Dirección: Ifaquito 1336-14 y Cores - Teléfonos: 3971-100, ext. 206B, 2069.  
Email: [www.lcartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.lcartagena@inamhi.gob.ec)

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



INFORME DE RESULTADOS

RC38-02

N°. 15-854

Pág. 1

USUARIO:	Daniela Mencias	OT-15-122
PERSONA DE CONTACTO:	Diego Mencias	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencias	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: NR
DIRECCIÓN:	Mañosa	TELÉFONO: 2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	08-06-15	HORA: 14H08
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS - Iñaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	08-06-15	a 11-06-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	15/06/2015	

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código de Laboratorio:	M-15-854
Código de muestreo:	2
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 07/06/2015
	Hora: 08H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

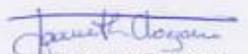
REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS*

*Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados*

*Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS*

NR: No Reporta

  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



INFORME DE RESULTADOS

RC36-02

N° 15-664

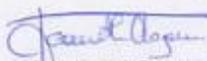
Pág. 2

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
* Carbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
* Bicarbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	36,61
* Calcio	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	6,71
* Magnesio	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	4,55
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,36
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	5,66
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 - B	mg/l	0,05
* Fosfatos	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0,200
* Potasio	PE20	SM 3111-B	mg/l	1,70
* Sodio	PE22	SM 3111-B	mg/l	4,67
* Boro	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,17

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

\* Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

\* (R) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
Dra. Jeanneth Cartagens  
Responsable de Laboratorio

  
INAMHI  
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS  
Dirección: Iñaquito N39-14 y Cacha. Telefonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: [www.cartagens@inamhi.gob.ec](mailto:www.cartagens@inamhi.gob.ec)



RC39-02

INFORME DE RESULTADOS

N° 15-064  
Pág. 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL/RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
Cloruros	5.04-250.42 mg/L	5.94mg/L ± 20.71%	48.35mg/L ± 2.83%	124.77mg/L ± 1.58%	289.42mg/L ± 0.77%		
Sulfatos	6.56-399.23 mg/L	6.56mg/L ± 29.73%	22.29mg/L ± 12.53%	95.05mg/L ± 4.35%	199.36mg/L ± 2.65%	390.23mg/L ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07mg/L ± 20.03%	5.67mg/L ± 4.81%	10.44mg/L ± 2.73%			

*Jeaneth Cartagena*  
Dña. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



Dirección: Ibaquito N35-14 y Cores - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: [www.cartagena@inamhi.gob.ec](mailto:www.cartagena@inamhi.gob.ec)

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N°. 15-665

Pág. 1

USUARIO:	Daniela Mencias	OT-15-122
PERSONA DE CONTACTO:	Diego Mencias	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencias	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: NR
DIRECCIÓN:	Mañosca	TELÉFONO: 2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	08-06-15	HORA: 14H08
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS- Iñaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	08-06-15	a 11-06-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	15/06/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-665
Código de muestreo:	3
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 07/06/2015
	Hora: 09H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.  
 NR: No Reporta*

Dra. Jeanneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio



Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2089.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”



INFORME DE RESULTADOS

RC38-02

N° 15-655

Pág. 2

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
* Carbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
* Bicarbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	32,45
* Calcio	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	5,91
* Magnesio	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	3,68
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,54
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	6,86
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,07
* Fosfatos	PE48	SM4500 -P (C)	mg/l	0,484
* Potasio	PE20	SM 3111-B	mg/l	1,79
* Sodio	PE22	SM 3111-B	mg/l	4,32
* Boro	PE-40	SM 3115 A y B	mg/l	0,23

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

\* Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

(\*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio

  
LABORATORIO NACIONAL  
DE CALIDAD DE AGUA  
Y SEDIMENTOS

Dirección: Inaquito N°3874/Colón. Telefonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec



RC38-02

INFORME DE RESULTADOS

N° 15-065  
Pág. 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
Cloruros	5.04-260.42 mg/L	5.94mg/L ± 20.78%	46.26mg/L ± 2.83%	124.77mg/L ± 1.58%	269.42mg/L ± 0.77%		
Sulfatos	6.04-399.23 mg/L	6.04mg/L ± 20.73%	72.29mg/L ± 12.23%	59.08mg/L ± 4.20%	198.36mg/L ± 2.95%	399.23mg/L ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07mg/L ± 20.03%	5.67mg/L ± 4.67%	10.44mg/L ± 2.75%			

*Diego J. Jaramilla Cartagena*  
 Director General  
 Responsable de Laboratorio



Dirección: Itaqueño N35-14 y Cores - Telefonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.icartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N° 15-666

Pág. 1

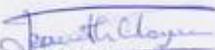
USUARIO:	Daniela Mencias	OT-15-122
PERSONA DE CONTACTO:	Diego Mencias	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencias	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: NR
DIRECCIÓN:	Mañosa	TELÉFONO: 2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	08-06-15	HORA: 14H08
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Ifaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	08-06-15	a 11-06-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	15/06/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-666
Código de muestreo:	4
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 07/06/2015
	Hora: 10H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

*El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta*

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio



Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N° 15-656

Pág. 2

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
* Carbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
* Bicarbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	53,66
* Calcio	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	11,34
* Magnesio	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	4,65
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,54
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	7,46
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,04
* Fosfatos	PE48	SM4500 -P (C)	mg/l	0,342
* Potasio	PE20	SM 3111-B	mg/l	3,11
* Sodio	PE22	SM 3111-B	mg/l	5,48
* Boro	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,24

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\*Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

\* (\*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

Dra. Jeaneeth Cartagena  
Responsable de Laboratorio

**INAMHI**  
INSTITUTO NACIONAL DE ACREDITACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD  
**LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA**

Dirección: Iñaquito N° 5674 y Córdova - Teléfono: 3971-100 ext. 2068, 2069.  
Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec



RC:38-02

INFORME DE RESULTADOS

N°. 15-608  
Pág. 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
Cloruros	0.04-209.42 mg/L	5.94mg/L ± 20.78%	40.26mg/L ± 2.83%	124.77mg/L ± 1.86%	209.42mg/L ± 0.77%		
Sulfatos	0.56-399.23 mg/L	0.56mg/L ± 29.73%	22.28mg/L ± 12.53%	59.05mg/L ± 4.35%	106.96mg/L ± 2.65%	399.23mg/L ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07mg/L ± 25.03%	5.07mg/L ± 4.87%	10.44mg/L ± 2.75%			

*Jeaneth Cartagena*  
Dra. Jeaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N°. 15-867

Pág. 1

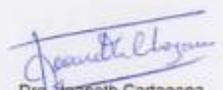
USUARIO:	Daniela Mencías	OT-15-122
PERSONA DE CONTACTO:	Diego Mencías	Email: danielamencias@yahoo.com
MUESTREO REALIZADO POR:	Daniela Mencías	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: NR
DIRECCIÓN:	Mañosca	TELÉFONO: 2920401 / Fax NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	08-06-15	HORA: 14H08
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS Ifaquito N36-14 y Corea	
FECHA DE ANÁLISIS:	08-06-15	a 11-06-15
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	15/06/2015	

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:**

Código de Laboratorio:	M-15-667
Código de muestreo:	5
Lugar de muestreo:	Canal de riego Pisque
Muestreo:	Fecha: 07/06/2015
	Hora: 11H00
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS  
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas en LANCAS y declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados  
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS  
 NR: No Reporta

  
 Dra. Jeaneth Cartagena  
 Responsable de Laboratorio



Dirección: Ifaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 2068, 2069.  
 Email: www.jcartagena@inamhi.gob.ec

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**



**INFORME DE RESULTADOS**

RC38-02

N° 15-867

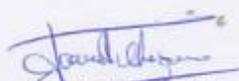
Pág. 2

Parámetros	Método interno LANCAS	Método de referencia	Unidades	Valor
* Carbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	0,00
* Bicarbonatos	PE11	SM 2320 B	mg/l	27,87
* Calcio	PE15	SM 3111-B	mgCa/l	11,97
* Magnesio	PE21	SM 3500 Mg B	mg/l	0,00
Cloruros	PE07	SM4500 Cl- B	mg/l	0,00
Sulfatos	PE03	SM 4500 -SO42- E	mg/l	9,14
Nitratos	PE05	SM4500 NO3 – B	mg/l	0,08
* Fosfatos	PE48	SM4500 -P.(C)	mg/l	0,769
* Potasio	PE20	SM 3111-B	mg/l	2,59
* Sodio	PE22	SM 3111-B	mg/l	4,26
* Boro	PE-40	SM 3113 A y B	mg/l	0,21

**REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:**

\* Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*

\* (B) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE\*

  
Dra. Jeanneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio

  
LABORATORIO NACIONAL  
DE CALIDAD DE AGUA

Dirección: Iñaquito N35-14 y Corchero Teléfono: 3976-100 ext: 2068, 2069.  
Email: www.lcartagena@inamhi.gob.ec



RC38-02

INFORME DE RESULTADOS

Nº. 15-067  
Pág. 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE MATRIZ AGUA NATURAL RESIDUAL

ENSAYO	RANGO DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6
Cloruros	0.94-289.42 mg/L	5.68mg/L ± 20.78%	40.26mg/L ± 2.03%	134.77mg/L ± 1.06%	206.42mg/L ± 0.77%		
Sulfatos	8.56-260.23 mg/L	0.56mg/L ± 29.73%	22.29mg/L ± 12.53%	59.09mg/L ± 4.30%	108.06mg/L ± 2.95%	209.22mg/L ± 2.21%	
Nitratos	1.07-10.44 mg/L	1.07mg/L ± 25.00%	5.07mg/L ± 4.81%	10.44mg/L ± 2.79%			

*Dra. Veaneth Cartagena*  
Dra. Veaneth Cartagena  
Responsable de Laboratorio



**Anexo F. Criterios e índices de calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque**

**Tabla 49. Criterios e índices de calidad del agua del Sistema de Riego El Pisque en el primer y segundo muestreo.**

No. Muestra	Altitud	Temperatura	pH	CE	Oxígeno Disuelto	Concentración de oxígeno disuelto	Saturación de Oxígeno
	(m.s.n.m.)	(°C)					
T1A1	2695	14.50	7.25	0.17	7.39	10.36	71.33
T1A2	2622	18.30	8.68	0.15	8.28	9.77	84.72
T1A3	2670	16.00	7.42	0.17	6.61	10.10	65.43
T1A4	2462	17.10	8.09	0.17	7.24	9.94	72.87
T1A5	2420	18.00	7.81	0.17	7.47	9.81	76.13
T2A1	2695	15.00	7.65	0.10	8.08	10.27	78.67
T2A2	2622	18.50	7.76	0.08	7.69	9.75	78.88
T2A3	2670	17.00	7.34	0.10	7.09	9.95	71.26
T2A4	2462	17.00	7.51	0.12	7.74	9.95	77.79
T2A5	2420	17.50	7.74	0.09	7.70	9.88	77.95

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

Tabla 49. Continuación...

No. Muestra	Cationes (meq/L)				Σ cationes	Aniones (meq/L)						Σ aniones	% Error
	(K) <sup>+</sup>	(Na) <sup>+</sup>	(Ca) <sup>2+</sup>	(Mg) <sup>2+</sup>		(NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>	(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	(Cl) <sup>-</sup>	(HCO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	(CO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup> ,		
T1A1	0.08	0.48	0.71	0.82	2.09	0.01	0.01	0.44	0.04	1.21	0.00	1.71	9.97
T1A2	0.08	0.50	0.58	0.70	1.86	0.00	0.03	0.44	0.01	0.75	0.61	1.84	0.54
T1A3	0.08	0.46	0.69	0.76	1.99	0.01	0.01	0.46	0.03	1.18	0.00	1.69	8.28
T1A4	0.08	0.46	0.65	0.72	1.92	0.01	0.02	0.41	0.04	1.02	0.33	1.82	2.56
T1A5	0.08	0.45	0.69	0.68	1.90	0.01	0.02	0.47	0.03	1.03	0.25	1.81	2.38
T2A1	0.04	0.21	0.34	0.37	0.96	0.00	0.01	0.14	0.01	0.60	0.00	0.76	11.96
T2A2	0.04	0.23	0.60	0.09	0.96	0.00	0.01	0.21	0.00	0.54	0.00	0.76	11.58
T2A3	0.05	0.19	0.30	0.30	0.83	0.00	0.02	0.17	0.02	0.53	0.00	0.73	6.18
T2A4	0.08	0.24	0.57	0.38	1.27	0.00	0.01	0.19	0.02	0.88	0.00	1.09	7.39
T2A5	0.07	0.19	0.60	0.00	0.85	0.00	0.02	0.23	0.00	0.46	0.00	0.71	8.92

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

Tabla 49. Continuación...

No. Muestra	Salinidad Efectiva	Salinidad Potencial	Relación de Adsorción de Sodio	Carbonato de Sodio Residual	(B) <sup>3+</sup>	RAS <sub>0</sub> (FAO)	PSI	Índice K	Dureza
			(meq/L)			(%)	mg/L		
T1A1	0.88	0.25	0.55	-0.32	0.08	0.75	22.97	2326.73	76.52
T1A2	0.58	0.23	0.63	0.08	0.08	0.85	26.95	2112.97	63.78
T1A3	0.82	0.26	0.54	-0.28	0.08	0.75	23.13	2552.13	72.55
T1A4	0.57	0.24	0.55	-0.03	0.07	0.76	23.80	2429.42	68.95
T1A5	0.62	0.26	0.54	-0.09	0.09	0.77	23.64	2704.04	68.57
T2A1	0.36	0.08	0.36	-0.11	0.05	0.49	21.94	4439.70	35.48
T2A2	0.36	0.10	0.39	-0.15	0.06	1.09	23.82	4703.44	34.28
T2A3	0.30	0.10	0.34	-0.07	0.06	0.48	22.58	5964.93	29.91
T2A4	0.39	0.11	0.35	-0.07	0.07	0.54	18.80	4267.61	47.47
T2A5	0.25	0.11	0.34	-0.14	0.06	11.33	21.79	7411.01	29.93

**Anexo G. Resultados de la prueba de infiltración**

**Tabla 50. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S1**

Cod. Muestreo S1 Tiempo acumulado (minutos)	Lámina acumulada (mm)			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	6.00	5.00	6.00	5.67
2	13.00	7.00	11.00	10.33
3	16.00	11.00	14.00	13.67
4	21.00	14.00	20.00	18.33
5	25.00	16.00	25.00	22.00
10	38.00	22.00	31.00	30.33
15	42.00	30.00	38.00	36.67
20	57.00	39.00	49.00	48.33
25	71.00	47.00	58.00	58.67
30	82.00	66.00	68.00	72.00
40	94.00	79.00	76.00	83.00
50	115.00	96.00	90.00	100.33
60	127.00	101.00	104.00	110.67
70	139.00	106.00	125.00	123.33
80	148.00	121.00	138.00	135.67
95	161.00	138.00	150.00	149.67
110	170.00	148.00	163.00	160.33
125	177.00	158.00	174.00	169.67
140	190.00	168.00	183.00	180.33
155	196.00	178.00	192.00	188.67
a	0.67	0.74	0.67	
b	0.89	0.67	0.84	
Tiempo (minutos)	199.47	158.73	198.84	
Infiltración básica (mm/h)	53.10	54.21	47.79	

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

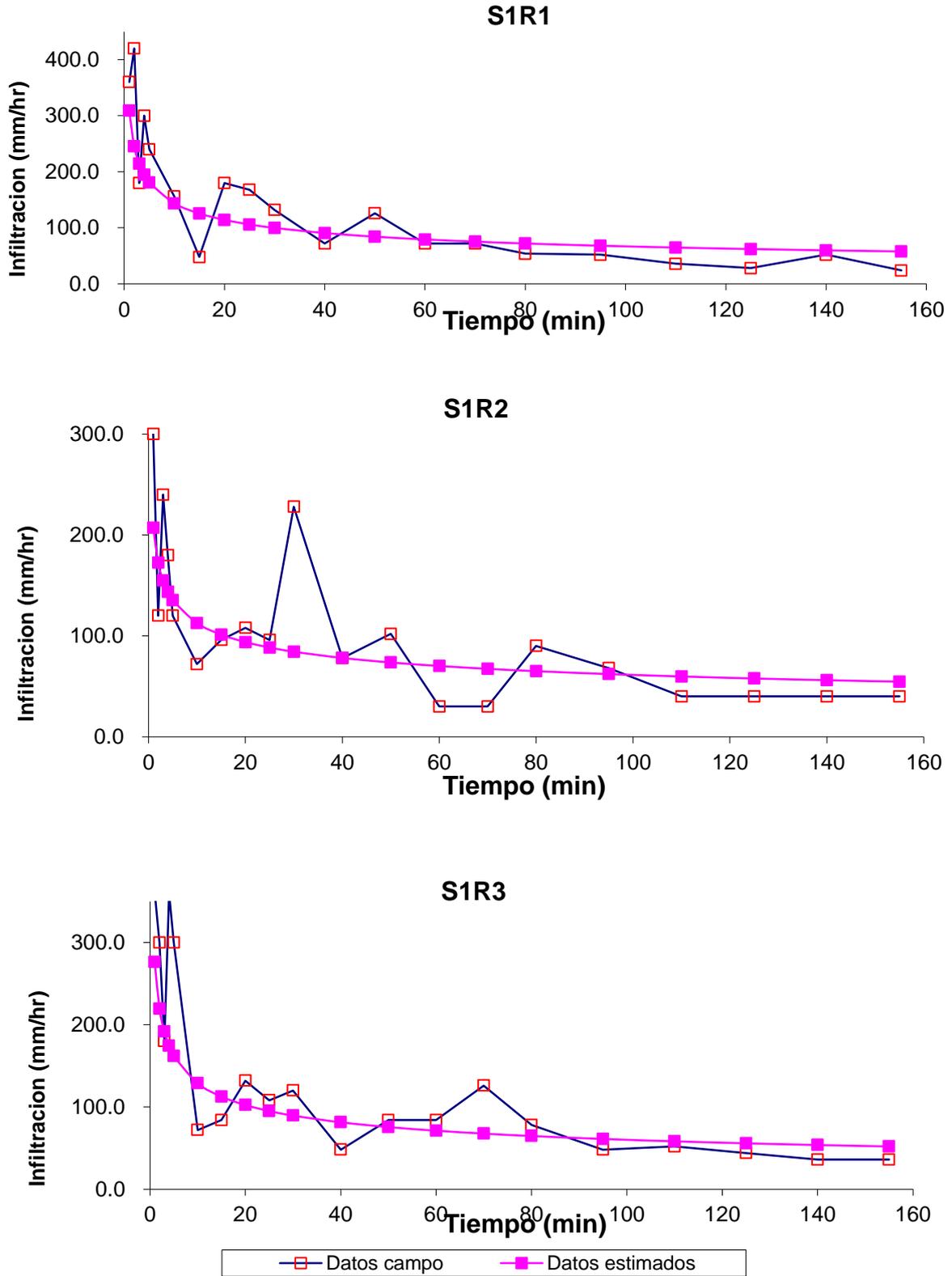


Figura 21. Curva de infiltración del agua en el sitio S1R1, S1R2 Y S1R3.

Tabla 51. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S2.

**“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”**

<b>Cód. Muestreo S2</b>	<b>Lámina acumulada (mm)</b>			
	<b>Rep. 1</b>	<b>Rep. 2</b>	<b>Rep. 3</b>	<b>Promedio</b>
<b>Tiempo acumulado (minutos)</b>				
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	10.00	4.00	6.00	6.67
2	15.00	8.00	10.00	11.00
3	21.00	11.00	13.00	15.00
4	29.00	14.00	16.00	19.67
5	33.00	16.00	20.00	23.00
10	54.00	28.00	32.00	38.00
15	70.00	37.00	45.00	50.67
20	86.00	49.00	55.00	63.33
25	100.00	60.00	66.00	75.33
30	111.00	68.00	75.00	84.67
40	133.00	84.00	92.00	103.00
50	148.00	101.00	109.00	119.33
60	172.00	117.00	125.00	138.00
70	192.00	130.00	138.00	153.33
80	231.00	144.00	157.00	177.33
95	262.00	163.00	181.00	202.00
110	279.00	185.00	199.00	221.00
125	294.00	210.00	221.00	241.67
140	323.00	239.00	239.00	267.00
155	348.00	254.00	254.00	285.33
a	0.70	0.80	0.75	
b	1.01	0.64	0.77	
Tiempo (minutos)	178.23	119.32	150.50	
Infiltración básica (mm/h)	91.56	81.60	74.75	

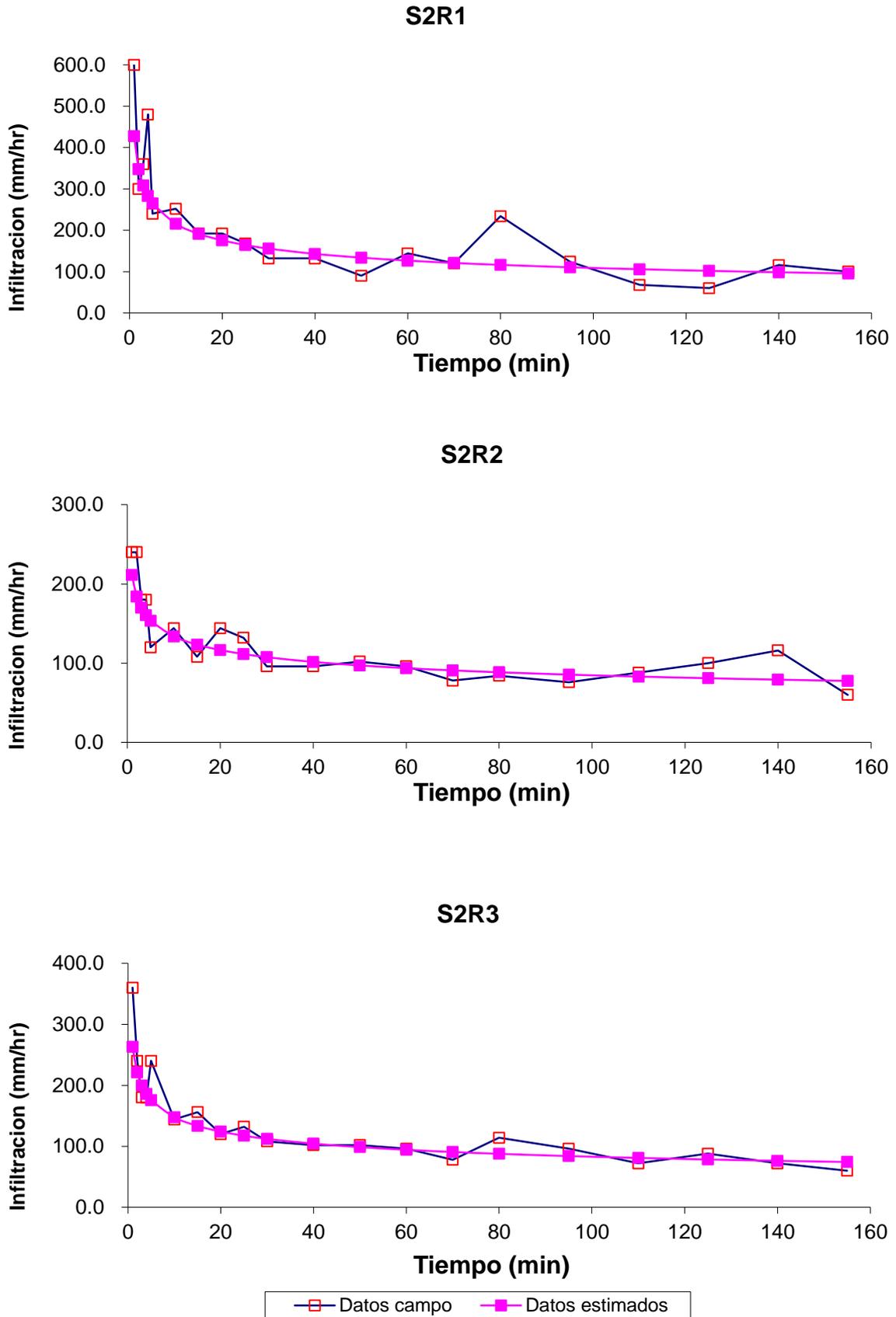


Figura 22. Curva de infiltración del agua en el sitio S2R1, S2R2 Y S2R3.

**Tabla 52. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S3.**

Cód. Muestreo S3 Tiempo acumulado (minutos)	Lámina acumulada (mm)			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.00	4.00	5.00	4.67
2	7.00	7.00	10.00	8.00
3	10.00	10.00	12.00	10.67
4	12.00	13.00	15.00	13.33
5	15.00	15.00	18.00	16.00
10	21.00	24.00	30.00	25.00
15	28.00	34.00	38.00	33.33
20	36.00	41.00	42.00	39.67
25	41.00	45.00	54.00	46.67
30	46.00	51.00	61.00	52.67
40	60.00	61.00	69.00	63.33
50	66.00	70.00	78.00	71.33
60	75.00	79.00	88.00	80.67
70	82.00	88.00	93.00	87.67
80	92.00	97.00	100.00	96.33
95	103.00	108.00	107.00	106.00
110	114.00	117.00	116.00	115.67
125	121.00	131.00	127.00	126.33
140	137.00	137.00	136.00	136.67
155	143.00	143.00	142.00	142.67
a	0.68	0.69	0.64	
b	0.67	0.67	0.79	
Tiempo (minutos)	194.36	183.40	216.85	
Infiltración básica (mm/h)	34.62	39.36	33.95	

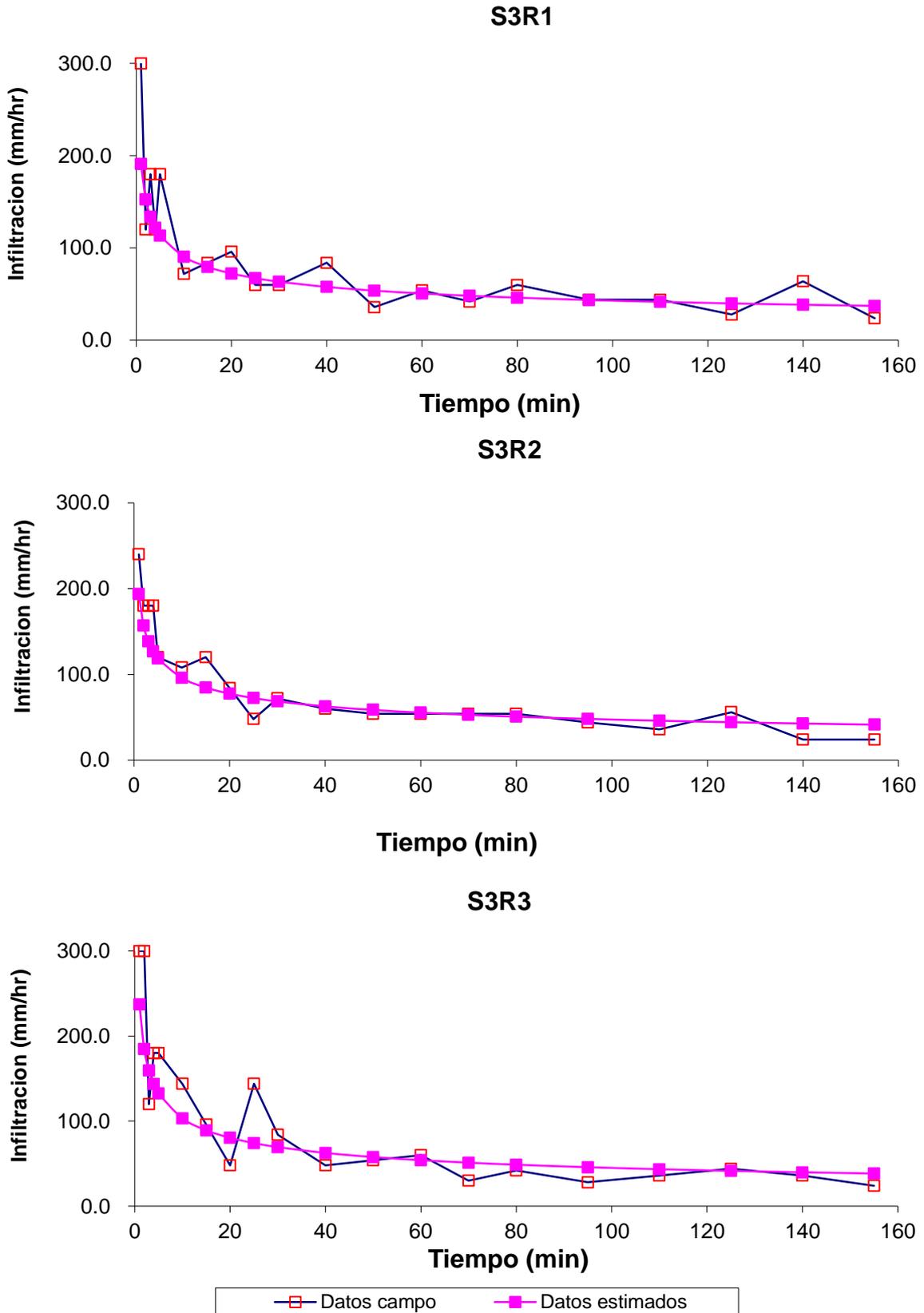


Figura 23. Curva de infiltración del agua en el sitio S3R1, S3R2 Y S3R3.

**Tabla 53. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S4.**

Cód. Muestreo S4 Tiempo acumulado (minutos)	Lámina acumulada (mm)			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	3.00	2.00	3.00	2.67
2	4.00	4.00	7.00	5.00
3	6.00	6.00	9.00	7.00
4	8.00	8.00	10.00	8.67
5	10.00	10.00	12.00	10.67
10	12.00	12.00	15.00	13.00
15	14.00	14.00	18.00	15.33
20	16.00	16.00	21.00	17.67
25	19.00	18.00	25.00	20.67
30	21.00	19.00	27.00	22.33
40	26.00	25.00	29.00	26.67
50	30.00	28.00	32.00	30.00
60	32.00	36.00	34.60	34.20
70	35.00	40.00	37.20	37.40
80	41.00	43.00	39.80	41.27
95	44.00	51.00	42.40	45.80
110	49.00	58.00	45.00	50.67
125	55.00	64.00	47.60	55.53
140	60.00	72.00	50.20	60.73
155	63.00	78.50	52.80	64.77
a	0.59	0.65	0.50	
b	0.49	0.41	0.66	
Tiempo (minutos)	248.12	209.04	302.70	
Infiltración básica (mm/h)	11.03	15.52	7.67	

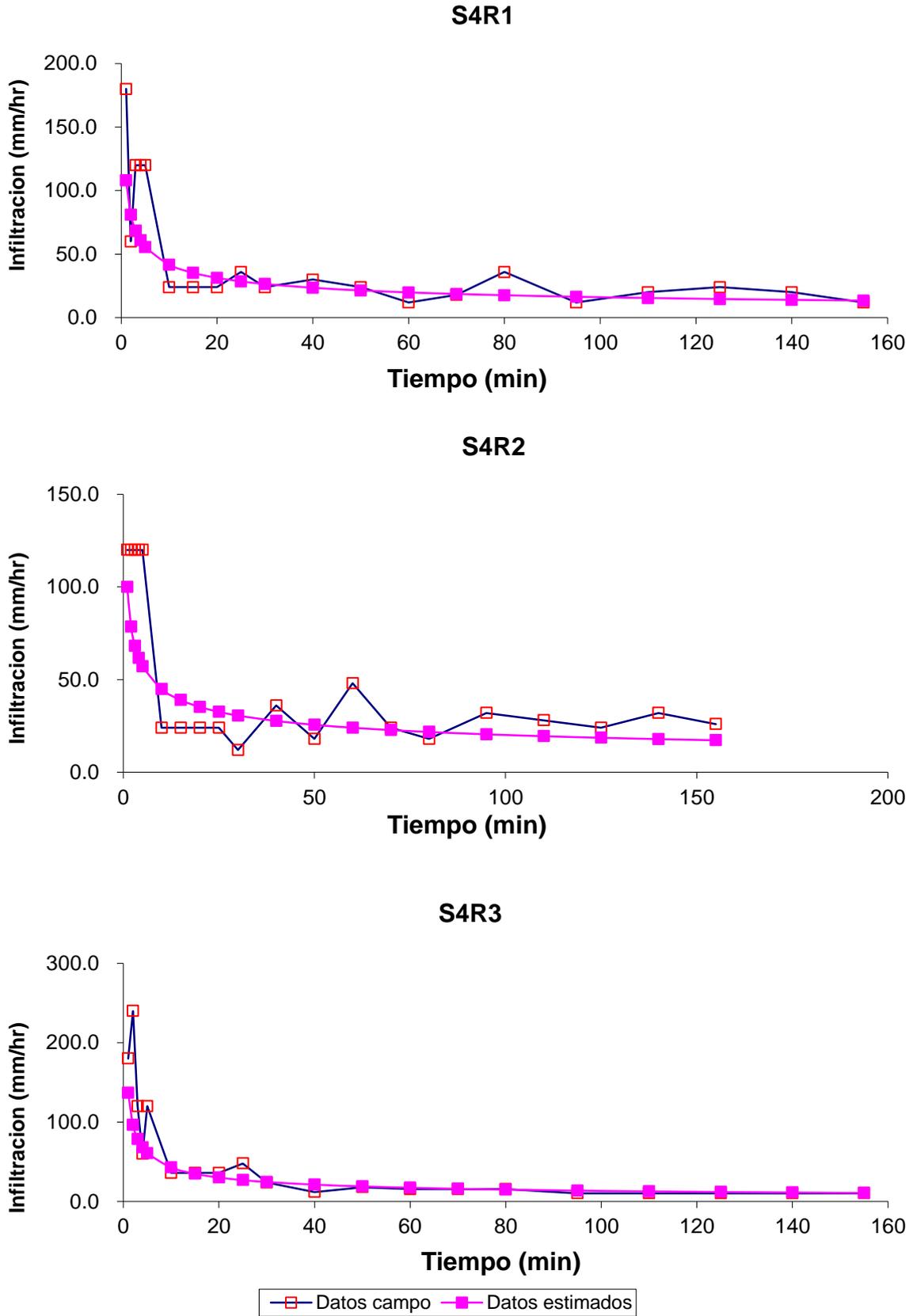


Figura 24. Curva de infiltración del agua en el sitio S4R1, S4R2 Y S4R3.

**Tabla 54. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S5.**

Cód. Muestreo S5 Tiempo acumulado (minutos)	Lámina acumulada (mm)			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2.00	3.00	2.00	2.33
2	5.00	6.00	4.00	5.00
3	6.00	8.00	8.00	7.33
4	8.00	12.00	9.00	9.67
5	10.00	15.00	10.00	11.67
10	14.00	16.00	15.00	15.00
15	21.00	21.00	20.00	20.67
20	28.00	25.00	24.00	25.67
25	34.00	33.00	29.00	32.00
30	41.00	37.00	35.00	37.67
40	54.00	46.00	45.00	48.33
50	67.00	51.00	55.00	57.67
60	80.00	59.00	61.00	66.67
70	87.00	65.00	69.00	73.67
80	95.00	75.00	78.00	82.67
95	105.00	83.00	90.00	92.67
110	116.00	96.00	97.00	103.00
125	129.00	105.00	104.00	112.67
140	140.00	119.00	114.00	124.33
155	153.00	137.00	125.00	138.33
a	0.83	0.69	0.77	
b	0.38	0.56	0.41	
Tiempo (minutos)	99.09	184.47	136.72	
Infiltración básica (mm/h)	55.60	30.30	39.03	

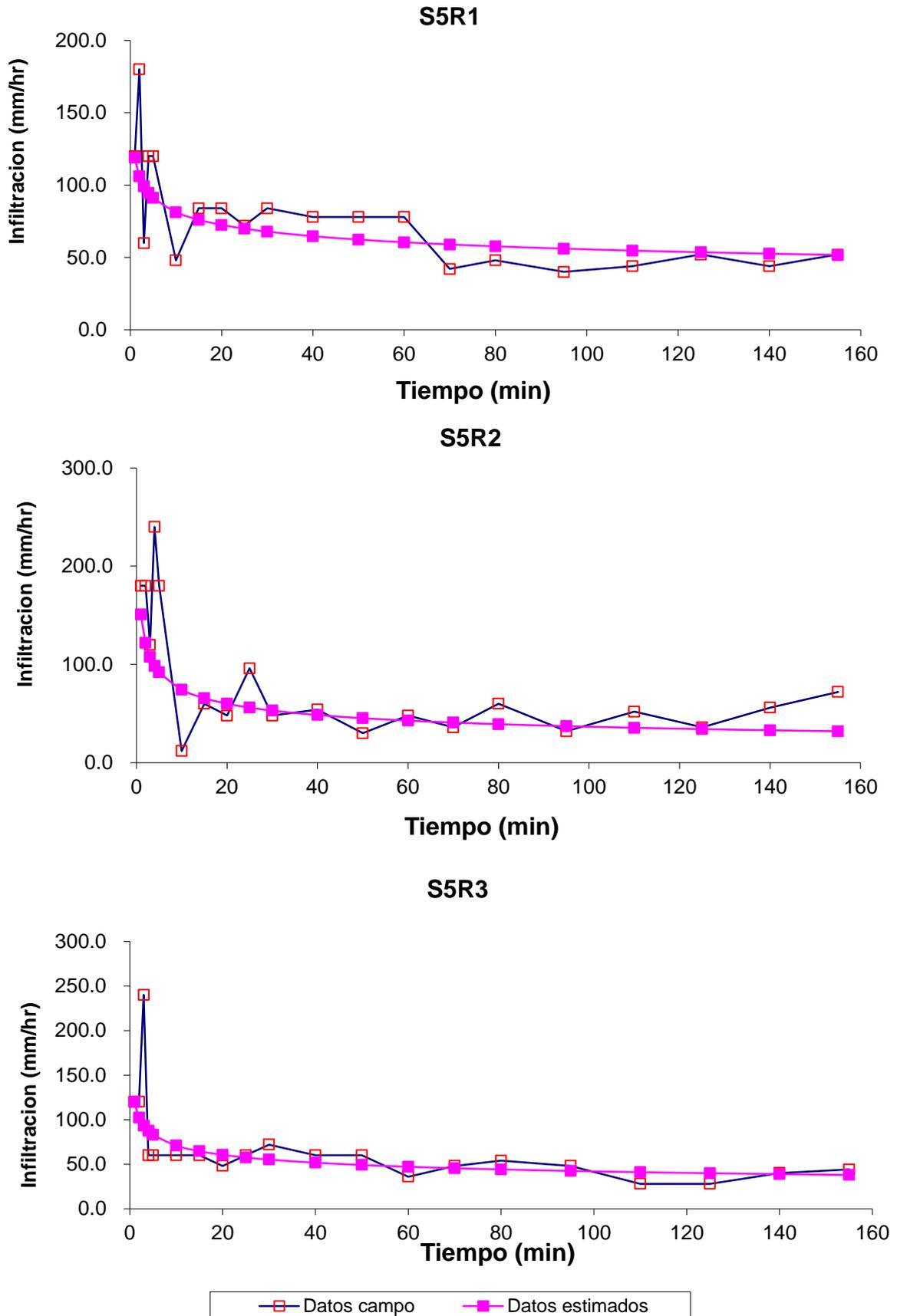


Figura 25. Curva de infiltración del agua en el sitio S5R1, S5R2 Y S5R3.

**Tabla 55. Lámina acumulada y velocidad de infiltración básica en el sitio S6.**

Cód. Muestreo S6	Lámina acumulada (mm)			
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Promedio
Tiempo acumulado (minutos)				
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	4.00	4.00	2.00	3.33
2	6.00	6.00	4.00	5.33
3	9.00	8.00	7.00	8.00
4	11.00	11.00	9.00	10.33
5	14.00	13.00	11.00	12.67
10	19.00	16.00	14.00	16.33
15	26.00	22.00	20.00	22.67
20	31.00	32.00	25.00	29.33
25	35.00	35.00	29.00	33.00
30	46.00	40.00	33.00	39.67
40	50.00	44.00	40.00	44.67
50	60.00	54.00	47.00	53.67
60	68.00	59.00	54.00	60.33
70	77.00	66.00	60.00	67.67
80	85.00	74.00	67.00	75.33
95	96.00	85.00	77.00	86.00
110	203.00	95.00	85.00	127.67
125	108.00	106.00	92.00	102.00
140	123.00	119.00	105.00	115.67
155	143.00	136.00	118.00	132.33
a	0.71	0.68	0.74	
b	0.59	0.59	0.42	
Tiempo (minutos)	171.42	191.77	154.10	
Infiltración básica (mm/h)	38.37	29.45	32.33	

“DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE – PICHINCHA”

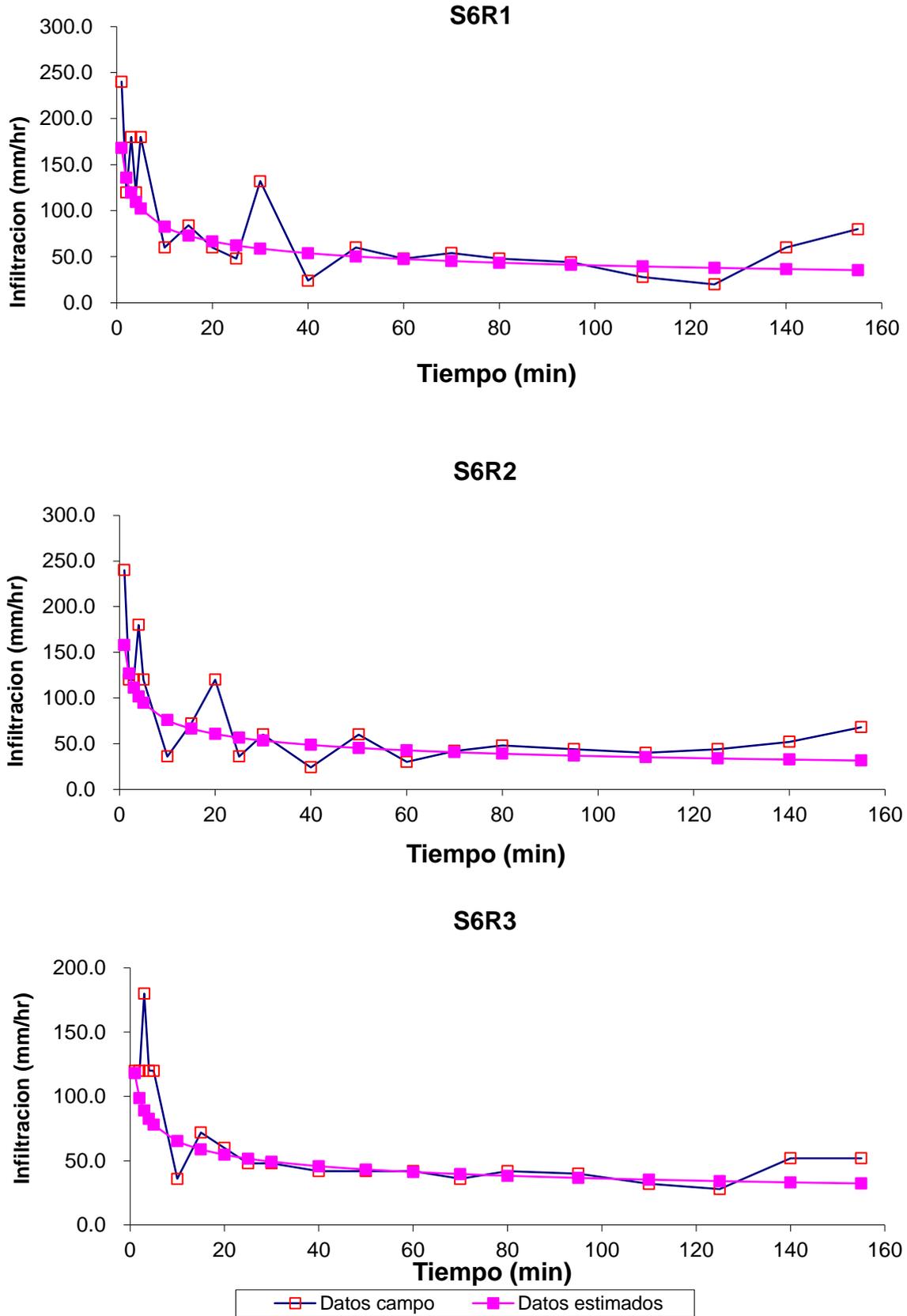


Figura 26. Curva de infiltración del agua en el sitio S6R1, S6R2 y S6.