



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Caracterización de la eficiencia de conducción y distribución en el
ramal “Ilaló” del Sistema de Riego Tumbaco**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del Título
de Ingeniero Agrónomo**

AUTOR: Ipiates Hidalgo Oscar Benjamín

TUTOR: M.Sc. Randon Stalin Ortiz Calle.

Quito, Junio 2019

DERECHOS DE AUTOR

Yo, OSCAR BENJAMIN IPIALES HIDALGO, en calidad de autor y titular del trabajo de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EL RAMAL “ILALO” DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO**, modalidad presencial, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedo a favor de la Universidad Central del Ecuador una licencia gratuita, intransferible y exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Central del Ecuador para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Oscar Benjamin Ipiates Hidalgo

CC.: 1726641358

Dirección electrónica: ipiales.oscar@gmail.com

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, presentado por el Señor OSCAR BENJAMIN IPIALES HIDALGO, para optar por el Grado de Ingeniero Agrónomo, cuyo título es: **CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EL RAMAL “ILALO” DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y los méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, a los 18 días de Junio de 2019.

M.Sc. Randon Stalin Ortiz Calle.

DOCENTE - TUTOR

C.C. 1102697396

**CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN
Y DISTRIBUCIÓN EN EL RAMAL “ILALO” DEL SISTEMA DE
RIEGO TUMBACO.**

APROBADO POR

Ing. Randon Ortiz, MSc.

TUTOR

Ing. Jaime Pazmiño, MSc.

LECTOR 1

Ing. Juan Pablo Hidalgo, MSc.

LECTOR 2:

2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Luis y Susana, por haberme apoyado incondicionalmente, que con esfuerzo, paciencia y comprensión día tras día, han logrado que alcance una meta anhelada.

A mis hermanos Fernando, Carlos y José, que gracias a sus consejos y apoyo, aprendí a no rendirme ante la adversidad, y gracias a ello he logrado hacer realidad una meta más en mi vida.

A mis sobrinos que han impulsado el sentimiento de ser un ejemplo para ellos.

A mis abuelos Benjamin y Margarita, que con Dios mediante me han iluminado desde el cielo y me han guía por un camino de sabiduría y bendiciones.

A mis amigos que me hicieron sentir gratos momentos, quienes hoy por hoy, forman mi segunda familia quienes son como hermanos para mí.

Oscar

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme fuerza, salud y sabiduría para culminar mis estudios.

A la Universidad Central del Ecuador en especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas y a sus docentes, lugar donde adquirí mi formación profesional, anécdotas, enseñanzas a lo largo de mi carrera universitaria.

A mi tutor, Ing. Randon Ortiz, por guiarme en la presente investigación, por brindarme de sus conocimientos, consejos y experiencias que lograron incentivar a la culminación de esta tesis.

A mi querida familia, especialmente a mi Madre Susana Hidalgo, mi Padre Luis Ipiates y mis hermanos, gracias por su cariño, apoyo, compañía, ánimos, consejos y regaños que lograron plasmar en mi fuerza y carácter para salir adelante sin desistir hasta cumplir con uno de mis objetivos.

A la Junta de Regantes Tumbaco por la colaboración brindada, con la ayuda de sus operarios.

A mis amigos y Jefes, Carlos Carrera y Ana Landeta, quienes me echaron una mano cuando más lo necesite, sus consejos, que gracias a su apoyo fue un impulso para iniciar con esta meta ya culminada.

A mis amigos, gracias pues alentaron en mí el deseo de ser el mejor y a cada experiencia compartida durante estos 5 años de estudio.

Oscar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULOS	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades	3
2.2. El riego y su institucionalidad	3
2.3. Gestión de los Recursos Hídricos	4
2.4. Marco legal.....	4
2.4.1. Constitución Política de la República del Ecuador	4
2.4.2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización	5
2.4.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua...	5
2.5. Sistema de riego.....	6
2.6. Elementos del Sistema de riego.....	6
2.6.1. El sistema normativo	6
2.6.2. La geografía de la red de riego.....	6
2.6.3. Los sistemas de producción y las estrategias familiares de producción.	7
2.6.4. La organización de regantes.....	7
2.6.5. Derechos de Agua	7
2.7. Sistema de Riego Tumbaco.....	8
2.7.1. Junta de Regantes	8
2.7.2. Estatuto y Reglamento de la Junta de Regantes.....	9
2.8. Eficiencia de riego	11
2.8.1. Eficiencia de conducción.....	11
2.8.2. Eficiencia de distribución	11
2.9. Medición de caudales.....	12
2.9.1. Medidor Parshall	12
2.9.2. Vertedero	14
2.10. Sobre o sub irrigación.....	14
2.11. Balance Hídrico.....	15
2.11.1. Precipitación	15
2.11.2. Evapotranspiración de Referencia.....	15
2.11.3. Coeficiente de Cultivo Kc.....	16
2.11.4. Métodos de Riego.....	17

CAPÍTULOS

PÁGINA

2.11.5. Eficiencia de aplicación por método de riego	18
2.11.6. Necesidad hídrica Diaria.....	18
2.12. Agronomía del Riego	19
2.12.1. Frecuencia de Riego	19
2.12.2. Volumen diario de aplicación del agua	19
2.12.3. Volumen a nivel parcela	19
2.12.4. Tiempo de riego	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. Características del sitio experimental	21
3.1.1. Ubicación política y geográfica	21
3.1.2. Ubicación geográfica del sitio experimental.....	21
3.1.3. Características climáticas.....	22
3.2. Materiales	25
3.2.1. Insumos.....	25
3.2.2. Materiales de Gabinete	25
3.2.3. Materiales de campo.....	25
3.3. Metodología.....	26
3.3.1. Desarrollo de la investigación.....	26
3.3.2. Medición de caudales	27
3.3.3. Eficiencia de conducción	28
3.3.4. Eficiencia de conducción en el óvalo	29
3.3.5. Eficiencia de distribución	29
3.3.6. Sobre o sub irrigación.....	30
3.3.7. Cálculo de áreas irrigables	33
3.3.8. Entrevistas.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Levantamiento de la información	34
4.1.1. Red de riego del ramal Ilaló.....	34
4.1.2. Organización del ramal.....	35
4.1.3. Operación del ramal	35
4.1.4. Caracterización del óvalo	35
4.1.5. Turnos de riego	38

CAPÍTULOS	PÁGINA
4.1.6. Uso del suelo	40
4.2. Eficiencia de conducción	41
4.2.1. Secciones	42
4.2.2. Efc en el ramal Ilaló	44
4.3. Eficiencia de distribución.....	45
4.3.1. Eficiencia de conducción en el óvalo	45
4.3.2. Eficiencia de distribución en el óvalo	48
4.4. Sobre y sub irrigación	49
4.4.1. Análisis individual de sub o sobre irrigación.....	51
4.5. Influencia de la operación en la distribución del agua.....	57
4.5.1. Junta Regantes de Tumbaco.....	58
4.5.2. Operarios.....	58
4.5.3. Infraestructura	59
4.5.4. Usuarios	59
4.5.5. Gestión del sistema de riego	60
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. RESUMEN	64
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
IX. ANEXOS	70
X. GLOSARIO TÉCNICO.....	113

LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
Cuadro 1. Valores referenciales de eficiencia de conducción.....	11
Cuadro 2. Eficiencia de distribución en canales.	12
Cuadro 3. Rangos de caudales de operación en canales Parshall.....	13
Cuadro 4. Eficiencia de aplicación por método de riego	18
Cuadro 5. Tipos de canales y longitud.....	34
Cuadro 6. Calendario mensual de los turnos de riego para el óvalo 5-7.	39
Cuadro 7. Uso y Cobertura de la Tierra en el óvalo 5-7.....	40
Cuadro 8. Información de la sección 1.	42
Cuadro 9. Información de la sección 2.	43
Cuadro 10. Información de la sección 3	43
Cuadro 11. Eficiencia de conducción	44
Cuadro 12. Eficiencia de conducción en el óvalo	46
Cuadro 13. Eficiencia de distribución en el óvalo.....	49
Cuadro 14. Sobre y sub irrigación en el óvalo 5-7.....	50

LISTA DE TABLAS

TABLAS	PÁGINA
Tabla 1. Padrón de usuarios del óvalo 5-7	81
Tabla 2. Datos de medición de caudales por el aforador Parshall para eficiencia de conducción.....	90
Tabla 3. Mediciones de caudales de distribución	91
Tabla 4. Balance hídrico para 150501	93
Tabla 5. Balance hídrico para 150502	94
Tabla 6. Balance hídrico para 150513	95
Tabla 7. Balance hídrico para 150512	96
Tabla 8. Balance hídrico para 150503	97
Tabla 9. Balance hídrico para 150504	98
Tabla 10. Balance hídrico para 150506.....	99
Tabla 11. Balance hídrico para 150508.....	100
Tabla 12. Balance hídrico para 150505.....	101
Tabla 13. Balance hídrico para 150507.....	102
Tabla 14. Fechas de entrevistas	112

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
Figura 1. Estructura social JRT	9
Figura 2. Aforador Parshall	13
Figura 3. Vertedero rectangular sin contracciones	14
Figura 4. Ubicación del ramal Ilaló - Sistema de Riego Tumbaco.....	22
Figura 5. Puntos de monitoreo. Eficiencia de Conducción.	27
Figura 6. Puntos de monitoreo. Eficiencia de distribución	28
Figura 7. Mapa de canal secundario	35
Figura 8. Canales de conducción y de distribución en el óvalo 5-7.	36
Figura 9. Tipos de Entradas de agua a cada predio	37
Figura 10. Distribución espacial de los usuarios en el óvalo 5-7.	38
Figura 11. Uso y cobertura del suelo en el óvalo 5-7.	41
Figura 12. Mapa de ubicación de las secciones de medición.	41
Figura 13. Orden de medición de caudales de entradas a los predios.	45
Figura 14. Distribución espacial de caudales y Efc.	47
Figura 15. Sub y sobre irrigación del mes seco (agosto)	51
Figura 16. Triángulo de variables sociales del sistema de riego.	58
Figura 17. Distribución espacial por tipo de canal	77
Figura 18. Distribución espacial de los 92 óvalos en el ramal Ilaló	78

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PÁGINA
Gráfico 1. Distribución temporal de la precipitación mensual de la Estación La Tola para el año 2013.....	23
Gráfico 2. Distribución temporal de la evapotranspiración mensual de la Estación La Tola para el año 2013.....	24
Gráfico 3. Distribución temporal de la temperatura mensual de la Estación La Tola para el año 2013.....	24
Gráfico 4. Distribución temporal de la humedad relativa mensual de la Estación La Tola para el año 2013.....	25
Gráfico 5. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150501).	52
Gráfico 6. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150502).	52
Gráfico 7. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150513).	53
Gráfico 8. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150512).	53
Gráfico 9. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150503).	54
Gráfico 10. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150504).	55
Gráfico 11. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150506).	55
Gráfico 12. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150508).	56
Gráfico 13. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario150505).....	56
Gráfico 14. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150507).	57

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
ANEXO 1. FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA CANAL DE CONDUCCIÓN	70
ANEXO 2. FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA CADA USUARIO	71
ANEXO 3. FORMATO PARA REGISTRO DE LAS ÁREAS IRRIGABLES	72
ANEXO 4. ENTREVISTAS.....	73
ANEXO 5. MEDIDORES DE CAUDAL	76
ANEXO 6. CARTOGRAFÍA	77
ANEXO 7. TIPOS CANALES	79
ANEXO 8. MATERIALES CONTAMINATES	80
ANEXO 9. TIPOS DE ENTRADA DE AGUA A LOS PREDIOS	80
ANEXO 10. PADRÓN DE USUARIOS.....	81
ANEXO 11. CULTIVOS DEL ÓVALO 5-7.....	82
ANEXO 12. TURNOS DE RIEGO DEFINIDOS POR JRT	84
ANEXO 13. TABLA DE MEDICIONES	90
ANEXO 14. MEDICIONES DE CAUDALES DE LAS ENTRADAS A LOS AGRICULTORES	91
ANEXO 15. FUGAS DE AGUA.....	92
ANEXO 16. BALANCES HÍDRICOS	93
ANEXO 17. TRABAJO EN CAMPO.....	103
ANEXO 18. LISTADO DE ENTREVISTAS	112

TEMA: Caracterización de la eficiencia de conducción y distribución en el Ramal “ILALO” del Sistema De Riego Tumbaco.

Autor: Ipiates Hidalgo Oscar Benjamin

Tutor: Ortiz Calle Randon Stalin

RESUMEN

El agua es un recurso limitado por cuanto se debe asegurar un uso eficiente, especialmente en lo referente a la eficiencia de conducción y de distribución en un canal de riego. Se realizó el aforo de caudales en tres tramos del canal secundario y en las acometidas de los predios, el levantamiento de las áreas regables y las necesidades hídricas de los cultivos. Resultados: la Efc promedio del ramal fue del 85,67%; la Efd promedio en el óvalo fue del 44,50% y el 70% de los usuarios presentan sobre irrigación. Conclusiones: la eficiencia de conducción en el ramal está categorizada como buena; la eficiencia de distribución del agua fue baja y existe sobre irrigación, afectados por la operación y administración del sistema de riego.

PALABRAS CLAVE: CAUDAL / CANAL /EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN / EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN /SOBRE IRRIGACIÓN

TITLE: Characterization of the conveyance and distribution efficiency in the branch secondary canal "ILALO" of the Tumbaco Irrigation System.

Author: Ipiales Hidalgo Oscar Benjamin

Menthor: Ortiz Calle Randon Stalin

ABSTRACT

Water is a limited resource and its use has to be efficient, especially regarding to the conveyance and distribution efficiency in an irrigation canal. The following methods were carried out: discharge measurements, cultivable area measurement and crop water requirement calculations. Results: the average Efc of the branch canal was 85.67%; the average Efd in the tertiary unit was 44.50% and 70% of the users presented over irrigation. Conclusions: the conveyance efficiency in the branch canal was good; the distribution efficiency was poor and there was over irrigation, affected by the operation and administration of the irrigation system.

KEYWORDS: FLOW / CHANNEL / CONVEYANCE EFFICIENCY / DISTRIBUTION
EFFICIENCY / OVER IRRIGATION

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor de trabajo de graduación cuyo título es: “**CARACTERIZACIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EN EL RAMAL “ILALO” DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO**” presentado por el Sr. IPIALES HIDALGO OSCAR BENJAMIN, previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, certifico haber revisado y corregido el **ABSTRACT** para el trabajo de grado.

M.Sc. Randon Stalin Ortiz Calle.

DOCENTE - TUTOR

C.C. 1102697396

ABREVIATURAS

AT:	Área de la parcela (m ²)
An	Área del cultivo n (m ² , ha)
ARCA	Agencia de Regulación y Control del Agua
CC:	Capacidad de campo (%)
CNRH:	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
CORSINOR:	Corporación Regional de la Sierra Norte
Delta:	Diferencia entre TURNO con TR (h)
DH:	Aporte de humedad de precipitaciones anteriores (mm)
Efa:	Eficiencia de aplicación (%)
Efc:	Eficiencia de conducción (%)
Efc:	Eficiencia de conducción en el óvalo (%)
Efd:	Eficiencia de distribución (%)
ETo	Evapotranspiración potencial de referencia
Eo:	Evaporación promedio
ETr:	Evapotranspiración real del cultivo
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
Fr :	Frecuencia de Riego (días)
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
H:	Carga hidráulica del vertedero (m)
Ha:	Carga hidráulica del aforador Parshall (mm)
ICID:	Comisión Internacional de Riego y Drenajes
INAMHI	Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología
INERHI:	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
JGUSIRTUM:	Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco
JRT:	Junta de Regantes Tumbaco

Kc:	Coeficiente del cultivo
kp:	Coeficiente del tanque evaporímetro
L:	Ancho de la cresta (m)
Ln:	Lámina neta (mm)
LT:	Lamina total (mm)
MAGAP:	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
MP:	Punto de marchitamiento (%)
NHD:	Necesidad hídrica diaria (mm día ⁻¹)
NHDC:	Necesidad hídrica diaria del cultivo (mm día ⁻¹)
NHDp:	Necesidad hídrica diaria ponderada (mm día ⁻¹)
NHM:	Necesidad hídrica mensual (mm mes ⁻¹)
p:	Máximo de agotamiento de agua en el suelo (%)
Pe:	Precipitación efectiva mensual (mm mes ⁻¹)
PIB:	Producto Interno Bruto
pr:	profundidad radicular efectiva del cultivo (m)
Q:	Caudal (l s ⁻¹)
Qi:	Caudal de ingreso (l s ⁻¹)
Qs:	Caudal de salida (l s ⁻¹)
SENAGUA:	Secretaría Nacional del Agua
TR:	Tiempo de riego (h)
TURNO:	Turno de riego (h)
USDA:	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
UTM:	Universal Transversa de Mercator
V:	Volumen (m ³)
V25%	V/S promedio del 25% de los V/S más bajos
VS:	Volumen por superficie (m ³ ha ⁻¹)

I. INTRODUCCIÓN

La utilización del agua a nivel mundial se ha incrementado en forma alarmante, según las Naciones Unidas, la agricultura utiliza el 70% del agua disponible para el riego de cultivos y el 30% para la elaboración de alimentos, por ello, es necesario realizar estudios de eficiencia del recurso, para lo cual se han desarrollado varios temas de investigación para reducir el uso poco eficiente del agua (Calderón & Calvache, 2006; El Heraldo, 2015).

Un estudio para evaluar la productividad del agua en la agricultura es medir el nivel de eficiencia que tiene un sistema de riego tanto en la conducción como en la distribución, es por ello que, se debe determinar cada eficiencia para la evaluación del sistema por niveles, es decir, se evalúa el canal principal, secundario y terciario, midiendo la eficiencia de conducción para definir elementos influyentes en la pérdida de caudal y posteriormente se evalúa como ha influido la operación e infraestructuras en óvalos en la distribución del agua, mediante esta evaluación, se podrá fortalecer los diferentes niveles de las juntas de riego a cargo de la operación de los Sistemas de Riego (Núñez, 2015).

Un sistema de riego en una zona de producción agropecuaria es de vital importancia ya que es la infraestructura mediante la cual se capta, almacena, conduce y distribuye el agua a los usuarios. Mediante el sistema de riego se puede mejorar la producción de la zona (Franco, 2018; Pereira *et al.*, 2010).

El riego es un componente importante en la producción agrícola debido a la capacidad de corregir limitaciones en períodos críticos como es la evapotranspiración alta y las precipitaciones bajas, las cuales influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Mediante el riego se ha logrado convertir zonas áridas en vergeles de cultivos (Astaburuaga, 2004). El riego no solamente influye en el desarrollo de las plantas, este se constituye en la influencia directa en el sistema de producción, siendo así, que el riego revitaliza la economía de la familia campesina y fortalece la relación social de su entorno en el que se desenvuelve, es decir, mediante la gestión del sistema de riego se orienta a la planificación de estrategias productivas familiares y a las racionalidades socioeconómicas de los sistemas de producción fortaleciendo así la economía y el desarrollo de los agricultores del sistema (Rodríguez, 2016).

A lo largo de los años se ha registrado una reducción progresiva de la disponibilidad de agua para regadío de cultivos por cambios provocados en la ocupación del suelo y una mayor demanda del agua para urbanización, minería, industria y otros. No solamente ha contribuido el cambio de uso sino la contaminación de las aguas, que llevan a una disminución real de las posibilidades de uso y aprovechamiento para el sector de riego, por lo que es necesario lograr una distribución eficiente en una superficie de 3,14 millones de hectáreas potenciales de riego aproximadamente que tiene el país, para obtener el máximo beneficio del cultivo y el recurso hídrico, es necesario darle un óptimo manejo al sistema de riego (Román *et al.*, 2011).

El sistema de riego Tumbaco administrado por la Junta General de Usuarios, está conformado por 7 ramales, los cuales se abastecen desde el río Pita y del río Guangal, cubriendo una superficie de 1 775,27 ha (GADTumbaco, 2012). Este proyecto está afectado por el cambio del uso de la tierra, debido a que en los últimos años se ha urbanizado la mayor parte de la parroquia quedando solo 4 ramales con un 70% a 80% de uso agrícola, estos son: Ilaló, Chichipata, El Pueblo y La Viña, los otros ramales están casi completamente urbanizados lo cual ha influido en el deterioro de la infraestructura, afectando así a la conducción como a la distribución. El deterioro de la infraestructura influye en la eficiencia de riego, pues el canal no revestido en su totalidad, causaría pérdidas por infiltración, desbordamientos, evaporación y filtraciones a través de las compuertas.

En la presente investigación se desarrolló con el siguiente objetivo general: determinar la eficiencia de conducción y distribución del agua en el ramal Ilaló - Sistema de Riego Tumbaco; del cual se derivó los siguientes objetivos específicos: determinar la eficiencia de conducción en tres tramos del ramal principal, determinar la eficiencia de distribución en el óvalo 5-7, integrando la infraestructura y la operación del sistema y analizar si existe sobre o sub irrigación en el óvalo indicado. Mediante los objetivos presentados permitirá establecer las causas principales de pérdida de agua en el canal secundario y el nivel de eficacia de la JRT en la distribución del agua a los usuarios.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades

El suministro y uso del agua a lo largo de los años han sido factores importantes ya que mediante este recurso se ha sostenido la producción agropecuaria. En la actualidad, se considera al riego como un factor importante que se relaciona directamente con lo productivo, social, ambiental y económico (Pereira et al., 2010). El Ecuador tiene un potencial agrícola muy alto, siendo así que el 17% del PIB corresponde al sector agrícola, según INEC (2017), 1'088.228,94 hectáreas tiene riego, representando el 21.38% de la superficie cultivada del país.

Es importante recalcar que el país tiene una estructura agraria caracterizada por tener un alto nivel de concentración de tierra, que también se reflejan una concentración de tecnología, créditos y fundamentalmente la concentración de la superficie bajo riego (Zapatta & Gasselin, 2005) .

La superficie con riego del país se ha se ha indicado que solo el 25,69% disponen los pequeños campesinos mientras que el 51,31% está destinado para unidades de producción agropecuarias mayores a 50 hectáreas, por lo tanto, se ha desarrollado diferencia de clases en el agro, las grandes inversiones estatales en riego favorecen a grandes y medianos propietarios, y sólo lateralmente a los pequeños propietarios (Zapatta & Gasselin, 2005).

2.2. El riego y su institucionalidad

A lo largo de la historia de gestión del riego en el Ecuador se ha visto un proceso de pérdida de institucionalidad, empezando desde 1994 en donde el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI), pierde algunas funciones, las cuales se delegaron al Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), otras fueron delegadas a las 9 corporaciones regionales de desarrollo (CRD's) (CESA, 2005). Posteriormente, en 1998 se refuerza la dispersión institucional, esto se logró mediante una nueva constitución política, la cual otorgó determinadas responsabilidades en materia de riego a los Consejos Provinciales (Zapatta & Gasselin, 2005).

La Corporación Regional de la Sierra Norte (CORSINOR) mantuvo la autogestión desde 1995 hasta 2007, en este último año se forma el Instituto Nacional de Riego (INAR) el cual se encontraba en la competencia de regular, orientar y establecer estrategias para el desarrollo del riego y drenaje exclusivamente en todo el país que duro su gestión hasta 2007, disolviéndose la institución en 2010 mismo que pasa a ser Subsecretaria de Riego y Drenaje hasta el año 2013 (Cabascango, 2010; Hidalgo, 2010). Posteriormente, en el 2013 bajo el Decreto No.5 pasa las competencias de la Subsecretaria de Riego y Drenaje a la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), la cual tiene como función la gestión y manejo del agua. En la actualidad, la Subsecretaria de Riego y Drenaje está al frente en la elaboración de lineamientos para prestación, acceso y derecho sobre el uso estratégico del agua (Andrade, 2017).

La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA) se crea en el año 2014, año en cual entro en vigencia la "LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y

APROVECHAMIENTO DEL AGUA”, la cual pone en competencia al ARCA en controlar el cumplimiento de las obligaciones contempladas en las autorizaciones de uso y aprovechamiento del agua a nivel nacional, en el caso de no cumplir con la ley remite un informe a SENAGUA, entidad que toma acciones en base al informe.

2.3. Gestión de los Recursos Hídricos

Los gobiernos nacionales son encargados de proteger al agua mediante políticas, estas permitirán la evaluación dinámica y sensible de las circunstancias cambiantes de los escenarios ambientales, sociales o económicos que se afectan el uso y aprovechamiento del agua (Water Partnership Global, 2009).

En el Ecuador, las políticas que influyen a los recursos hídricos se derivan de los Art. 12, 313 y 318 de la Constitución Política de la República del Ecuador (2008), el cual establece: *“el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, dominio inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia”*.

2.4. Marco legal

La gestión de los recursos hídricos a nivel de sistemas de riego se maneja por niveles (nacional, provincial y local); los diferentes niveles de gobierno están obligados a cumplir todas las normas creadas por el Estado para orientar y regular la administración (Andrade, 2017). Tanto leyes, códigos, resoluciones y estatutos que rigen el uso y manejo de los sistemas de riego se presentan a continuación en orden jerárquico:

2.4.1. Constitución Política de la República del Ecuador

La Constitución Política de la República del Ecuador (2008), da la importancia al agua desde un enfoque de patrimonio, priorizando su uso dentro de la agricultura. Dentro de los artículos con los cuales se manejan las Juntas de regantes son:

Art. 3.- El Estado tiene el derecho de garantizar sin discriminación un derecho al agua para sus habitantes.

Art. 12.- El agua es un derecho, ya que constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho al agua, el cual regulará el Estado el uso y aprovechamiento.

Art 83. Numeral 6.- Respetar y utilizar el agua de modo racional, sustentable y sostenible

Art. 263. Numeral 3 y 5.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y micro cuencas
Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego.

Art 276. Numeral 4. Garantizar el acceso equitativo, permanente y de calidad del agua.

Art. 282.- El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

2.4.2. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización

Los GAD's sobre los sistemas de riego según el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (2017), fortalecen su administración los siguientes artículos:

Art. 42. Literal e.- Los gobiernos autónomos descentralizados provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas: planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego de acuerdo con la constitución y la ley.

Art. 133.- Los gobiernos autónomos provinciales deberán elaborar y ejecutar planes de riego de su circunscripción territorial de conformidad con las políticas de desarrollo rural territorial y fomento productivo, agropecuario y acuícola que establezca la entidad rectora de esta materia y los lineamientos del plan nacional de riego, en coordinación con la autoridad única del agua.

El servicio de riego será prestado únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias, los GAD's podrán delegar la gestión de mantenimiento y operación de los sistemas de riego al gobierno parroquial rural o a las organizaciones comunitarias legalmente constituidas. Las organizaciones comunitarias rendirán cuentas de la gestión ante sus usuarios en el marco de la ley.

2.4.3. Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua

Las Juntas de Regantes para administrar los sistemas se manejan bajo el principio de protección, conservación y acceso equitativo del agua, siendo así que se prohíbe la privatización.

Art. 11.- Infraestructura Hidráulica.- Obras o infraestructura hidráulica, las destinadas a la captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas serán de titularidad pública, privada o comunitaria.

Art. 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.- Las juntas de regantes son corresponsables de manejo sostenible y sustentable de las fuentes de agua.

Art 14.- Cambio de uso del suelo.- El estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de riego.

Art 18.- Competencias y atribuciones de la Autoridad Única del Agua.- Otorgar personería jurídica a las juntas administradoras de agua potable y a las Juntas de Riego y Drenaje.

Art 32.- Gestión pública o comunitaria del agua.- El estado está a cargo de la ejecución de políticas, planificación, gestión integrada en cuencas hidrográficas, así también la administración, operación, construcción y mantenimiento de la infraestructura hídrica a cargo del Estado. Las juntas de riego tienen la participación en la protección del agua y en la administración, operación y mantenimiento de infraestructura de la que

se beneficien los miembros de un sistema de agua y que no se encuentre bajo la administración del Estado.

Art. 39.- Servicio público de riego y drenaje.- Estos servicios se prestarán solamente en la modalidad de riego parcelario, riego público y drenaje.

Art. 47.- Definición y atribuciones de las juntas de riego. Las juntas de riego son organizaciones comunitarias sin fines de lucro, que tienen por finalidad la prestación del servicio de riego y drenaje, bajo criterios de eficiencia económica, calidad en la prestación del servicio y equidad en la distribución del agua.

Art. 136.- Principios generales para la fijación de tarifas de agua.- El establecimiento de tarifas por autorización de uso y aprovechamiento del agua en sistemas de riego y drenaje, se consideran los principios de solidaridad, equidad, sostenibilidad y periodicidad.

2.5. Sistema de riego

Un sistema de riego se caracteriza por ser una infraestructura para captar, transportar y repartir el recurso agua, dentro del sistema de riego se conforma por una construcción social, mediante grupo de personas se define las modalidades de acceso al agua y de creación o conservación de los derechos al agua (Apollin & Eberhart, 1998).

El sistema de riego es definido como producto social, el agua de riego se maneja en leyes hidráulicas e hidrológicas, por ello los agricultores deben obedecer las leyes y reglas sociales de la junta de regantes que pertenecen (Le Goulven *et al.*, 1991).

2.6. Elementos del Sistema de riego

Un sistema de riego por consecuencia de las relaciones sociales a lo largo de la historia se ha definido elementos los cuales influyen en el sistema de riego en su gestión y administración. Según Apollin y Eberhart (1998), los diferentes elementos que constituyen un sistema de riego de un pueblo y comunidad son:

2.6.1.El sistema normativo

El funcionamiento de un sistema de riego depende en base a un conjunto de normas y reglas están se han establecido por la sociedad. El sistema normativo se refiere a principalmente a reglas de: operación, mantenimiento, resolución de conflictos y establecimiento de tarifas (Apollin & Eberhart, 1998).

2.6.2.La geografía de la red de riego

Mediante la infraestructura de riego se puede detectar problemas eventuales hidráulicos de las diferentes obras de la red en su construcción o mantenimiento. Una infraestructura de riego tiene como objetivo evaluar la eficiencia técnica en la movilización, el transporte y la distribución del recurso agua, mediante la infraestructura se puede establecer el modelo de gestión y administración (Apollin & Eberhart, 1998).

2.6.3.Los sistemas de producción y las estrategias familiares de producción

Los sistemas productivos permiten el establecimiento de estrategias, ya que mediante el estudio de estos se logra entender la funcionalidad de los diferentes tipos de fincas campesinas, por ello se logra definir el acceso al agua de riego (Apollin & Eberhart, 1998).

Según Apollin y Eberhart (1998), indica que *“La lógica de los sistemas productivos y sus dinámicas de evolución explican el funcionamiento de los sistemas de riego y sus transformaciones.”*

2.6.4.La organización de regantes

La organización de las juntas de regantes se centra principalmente en la ejecución de las normas y reglas, las cuales definen la operación y mantenimiento del sistema de riego, es por ello que el manejo y gestión económica se basa al nivel de organización y cumplimiento de las reglas (Apollin & Eberhart, 1998).

2.6.5.Derechos de Agua

Los derechos de agua según Boelens y Hoogendam (2001) citado por García y Soares (2015), son derechos individuales o colectivos, estos permiten una relación de acceso y uso a los usuarios del agua, siendo así, una relación social y una expresión de poder entre usuarios definidas por las propiedades de la distribución, el contenido y la legitimidad de los derechos de agua.

Según Beccar *et al.* (2001:21), los derechos de agua son *“la exigencia autorizada sobre el uso de (una parte de) un flujo de agua, que incluye ciertos privilegios, restricciones, obligaciones y sanciones que acompañan esta autorización, entre los que resalta la facultad de participar en la toma de decisiones colectivas sobre la gestión y el destino del sistema”*.

Los derechos de agua han permitido que el usuario pueda utilizar y retirar una parte del flujo de agua de la infraestructura de conducción, por ende lo incluye en la operación del sistema con el fin de recoger el agua de la toma u óvalo para conducirla a la parcela (Beccar *et al.*, 2001).

2.6.5.1. Tipos de derecho de Agua

Derecho de Referencia

Este tipo de derechos son definidos a través de documentos legales que especifican el tipo de atribuciones y obligaciones, Hidalgo (2010:23) indica dos aspectos: *“1) la percepción local de justicia y equidad relacionada con creencias religiosas y culturales, tradición, ritos, reglas y/o normas; 2) como también con la ley y normativa estatal.”*

Derechos Activados

“Estos derechos se refieren al proceso mediante el cual los derechos de referencia llegan a constituirse en reglas de operación y distribución (calendario de turnos, participación en procesos de toma de decisión, etc.)” (Hidalgo, 2010:23).

Derechos Materializados

Estos derechos se atribuyen a las practicas reales de operación y distribución que se han derivado de derechos activados; se expresa a través del uso del agua y las prácticas de distribución, las decisiones informales que se desarrollan en campo son parte de la vida diaria en la organización del sistema de riego que atribuyen al acceso real al recurso (Duarte, 2010; Hidalgo, 2010).

2.7. Sistema de Riego Tumbaco

El sistema de riego Tumbaco es un sistema público transferido, el cual fue delegado por gobiernos provinciales de acuerdo a la regulación nacional y provincial; dentro de la competencia del JRT, la entidad que administra debe ejercer la gestión social del riego, operación y mantenimiento preventivo (Tamayo, 2012).

El Sistema de Riego Tumbaco cuenta con el Canal, siendo la principal infraestructura con la que cuenta la parroquia para la actividad agrícola, administrado por la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco (JGUSIRTUM) (Barragán *et al.*, 2015).

El canal principal de riego tiene una extensión de aproximadamente 20 km desde la bocatoma del río Pita hasta las divisiones de los ramales. El sistema de riego Tumbaco es alimentado por: el río Pita con un caudal de hasta $1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y el río Guangal con un caudal de $0,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Junta de Riego Tumbaco, 2015).

2.7.1. Junta de Regantes

La organización de la Junta General de Usuarios está determinada por el Estatuto y Reglamentos aprobados por CORSINOR y el MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca); la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco (JGUSIRTUM) en 2001 tiene su reconocimiento jurídico. La JGUSIRTUM está constituida por una asamblea general de usuarios, que se conforma de la siguiente manera a nivel de Junta General y consejos directivos de las Juntas de los ramales existe presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y tres vocales cada uno, y por ultimo a nivel de óvalo existe un presidente (CORSINOR, 2001).

La estructura de la Junta de Riego Tumbaco está conformada de siguiente manera según Junta de Riego Tumbaco (2017):

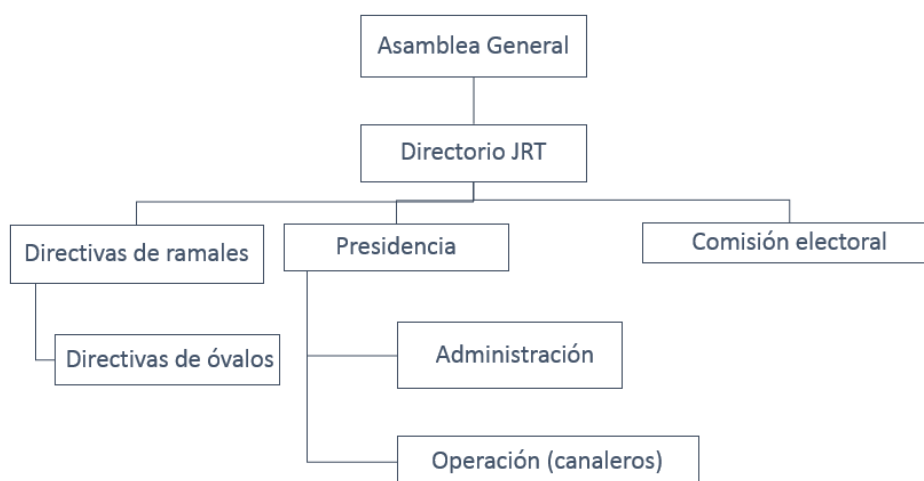


Figura 1. Estructura social JRT

Fuente: Junta de Riego Tumbaco (2017)

2.7.2. Estatuto y Reglamento de la Junta de Regantes

Según el Estatuto vigente de la Junta de Riego Tumbaco (2017) indica los siguientes derechos y obligaciones que tiene la Junta de Riego Tumbaco, Usuario y las Directivas, en aspectos que influyen directamente sobre operación y distribución de agua de riego.

Junta de Riego Tumbaco (JRT)

La JRT según el **Art. 6** del estatuto, opera bajo los siguientes objetivos:

- 1) Contribuir y promover la eficiencia y buen uso del recurso, la conservación de la calidad de agua en el sistema previniendo su contaminación, conservar, mantener y mejorar la infraestructura de riego principal, secundario y terciario, incluidas las obras complementarias y los sistemas de medida, control y distribución del agua.
- 2) Fortalecer la Organización de la Junta General y sus vínculos con las directivas de ramales y óvalos para lograr su activa participación en la administración, operación, conservación y mantenimiento, así como en el desarrollo social y agro productivo de la población servida por el sistema de riego.
- 3) Vigilar la correcta distribución de riego, y en general, el cumplimiento de todas las normas y disposiciones, a fin de asegurar tanto la distribución equitativa del servicio a todos los beneficiarios del sistema, así como la preservación de la calidad del agua, arbitrando medidas que impidan la contaminación de las aguas y cualquier acción que atente contra la salud y cuidando que los caudales remanentes sean devueltos de manera controlada a los cauces naturales de los cursos de agua.

Para lograr cumplir estos objetivos se rige en un REGLAMENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DE TUMBACO (Junta de Riego Tumbaco, 2016), el cual indica que la JRT tiene las siguientes obligaciones que cumplir, mediante los operadores y usuarios del sistema de riego.

Art. 20.- Poner en funcionamiento el sistema y dar servicio eficiente y permanente a todos los usuarios, respetando los caudales y volúmenes establecidos así como el calendario y horarios definidos.

Art. 21.- Inspeccionar periódicamente y verificar que la captación, el canal principal de conducción, las instalaciones y tanques de distribución, compuertas de control de caudales, mallas de retención de sólidos y tuberías o canales primarios se encuentren en perfecto estado de funcionamiento para evitar fugas, desperdicio o contaminación del recurso.

Como parte de esta actividad se deberá medir periódicamente, al menos una vez por mes, los caudales de agua en la entrada de la captación y en el repartidor. Estas mediciones deberán ser consignadas en un cuaderno de registro que permita el monitoreo y comportamiento de los caudales durante los diversos meses del año.

Art. 22.- Controlar, regular y alimentar los caudales al sistema, de acuerdo a la organización y programación de la distribución general de caudales establecida por la administración, asegurando que el flujo de agua corra libre de tierra, arena, maleza desechos sólidos u otros elementos contaminantes.

Art. 26.- La Administración de la Junta General realizará la evaluación de los caudales del sistema, a partir de los aforos periódicos, tanto en el canal principal, como en los repartidores de los siete ramales, con propósito de proceder a incorporar los ajustes que sean técnicamente necesarios en la distribución de caudales.

Directiva del Ramal

Según el Estatuto, en el **Art.33** y el reglamento **Art. 13** la Directiva del Ramal es encargado de organizar periódicamente el mantenimiento del canal en el tramo que corresponde, con el fin de asegurar su eficiente funcionamiento y colaborar activamente en trabajos del mantenimiento del canal principal (Junta de Riego Tumbaco, 2016, 2017).

Directiva del óvalo.- La directiva del óvalo es la encargada de organizar las actividades colectivas de mantenimiento del óvalo a fin de mantener un buen funcionamiento del servicio de riego (Junta de Riego Tumbaco, 2016, 2017).

Directorio.- El Directorio según el Estatuto **Art.28** es el encargado de organizar el reparto equitativo del servicio de riego y aprobar los calendarios de turnos de riego sujetándose a las disposiciones y normas de las autoridades competentes del agua; así como también, regular equitativamente la distribución del agua de riego en épocas de sequía o emergencia. Y organizar mingas o trabajos de mantenimiento del canal principal y cooperar con los trabajos comunitarios de mantenimiento de los Ramales y Óvalos (Junta de Riego Tumbaco, 2017).

Usuarios.- Los usuarios según el Reglamento en el **Art.4** están en las obligaciones de hacer buen uso del agua y mantener la acometida individual de riego en buen estado de acuerdo a las normas y diseños acordados por la Administración General del Sistema. Para este fin, el diámetro de la tubería será establecido al momento de autorizar la

asignación del servicio, la misma que estará en correspondencia con el caudal autorizado en función de la superficie y el uso (agrícola, ornamental, industrial) del terreno (Junta de Riego Tumbaco, 2016).

2.8. Eficiencia de riego

La eficiencia de riego es la cantidad de agua útil para el cultivo, es decir es la relación entre la distribución del agua y la cantidad de agua asimilado por el cultivo (Cisneros, 2003). La eficiencia de un sistema de riego integra la conducción, la distribución y la aplicación del agua, para cubrir la demanda de agua de los cultivos.

2.8.1. Eficiencia de conducción

La eficiencia de conducción en un sistema de riego permite evaluar la pérdida de agua en las redes de canales. Se determina mediante la medición del caudal de entrada y de salida en un tramo o sección del canal, se debe considerar el caudal que fluye a través de compuertas de distribución a canales laterales que se encuentren en el tramo (Núñez, 2015).

Los canales revestidos tienen una mayor eficiencia de conducción debido a que se reducen las pérdidas por infiltración (Núñez, 2015).

Según la FAO (1989), la eficiencia de conducción se ha determinado por el tipo de canal, es decir que, canales sin revestimiento con suelos arenosos pierden más agua que los canales en suelos arcillosos pesados; en canales revestidos con ladrillos u hormigón solo se pierde poca agua, siendo un factor importante el mantenimiento.

En el cuadro 1, se presentan las siguientes eficiencias según el tipo y longitud del canal en condiciones de un buen mantenimiento de los canales, un canal con un mantenimiento pobre reduce la eficiencia hasta un 50% (FAO, 1989).

Cuadro 1. Valores referenciales de eficiencia de conducción

Longitud del canal	Canales de tierra (%)			Canales revestidos (%)
	Arena	Cangahua	arcilla	
Largo (>200m)	60	70	80	95
Medio (200- 200m)	70	75	85	95
Corto (<200m)	80	85	90	95

Fuente: FAO (1989)

2.8.2. Eficiencia de distribución

La eficiencia de distribución toma en cuenta la pérdida que se produce entre la toma lateral del canal principal hasta la entrega a los usuarios. La distribución deberá presentar una alta eficiencia solamente si existen pérdidas de infiltración mínimas (Cuadro 2), el valor de dicha eficiencia será alto siempre y cuando el estado de los

canales y la estructura de distribución se encuentre en excelentes condiciones (Núñez, 2015).

Para calcular la eficiencia de distribución se tomará en cuenta el modo de operación del sistema, el cual incluye el caudal de entrada a los predios o parcelas de los usuarios, el área irrigable y el turno de riego. Mediante las variables indicadas se establece la distribución del agua por área según la operación del sistema por parte de la Junta de Regantes.

Cuadro 2. Eficiencia de distribución en canales.

Tipo de canal	Eficiencia de distribución (%)
Sin revestir (arenoso franco)	65
Sin revestir (franco)	72
Revestido	90

Fuente: Núñez (2015)

2.9. Medición de caudales

La medición de caudales consiste en la determinación de la cantidad de agua que fluye por una sección en la unidad de tiempo, la determinación del caudal en un río, quebrada o canal de riego, permite conocer la cantidad de agua que fluye transversalmente, se expresa en volumen por unidad de tiempo. Es muy importante conocer varios métodos de medición de caudales, para planificar la operación de sistemas de riego (García, 2001; IDEAM, 2016).

2.9.1. Medidor Parshall

El medidor Parshall es una estructura hidráulica que permite medir la cantidad de agua que pasa por una sección de un canal. Esta estructura se desarrolló con fines agrícolas, se utiliza para la regulación de la descarga en predios agrícolas, también se usa en estaciones de tratamiento para la inyección de sustancias químicas, aprovechando el resalto hidráulico (Ingenieros Asociados de control S.L., 2010; Monroy, 2010; Pedroza, 2001).

El canal Parshall está compuesto por una estructura que tiene una pendiente hacia abajo invertida de la garganta, esto facilita la operación de rangos más altos aguas abajo y aguas arriba. En su fabricación se han utilizado diversos materiales, dentro de ellos tenemos láminas de metal o madera y recientemente la fibra de vidrio (Monroy, 2010).

La principal ventaja de este método de medición es que la pérdida de carga es pequeña, ya que deja pasar fácilmente sedimentos o desechos, no necesita de estructuras adicionales para su instalación, la sumersión de hasta un 70% permitirá el funcionamiento correcto. Se lo usa para la medición de caudales en canales de riego o corrientes naturales con pendiente suave (Monroy, 2010).

El funcionamiento de este medidor de caudal se basa en el paso del agua primero por la transición de entrada, que posterior pasa por la sección convergente, esta parte tiene paredes que se van cerrando en línea recta hasta llegar a la garganta, es aquí donde el agua se eleva, para luego descender hasta el nivel inicial sin el aforador. Este es un proceso de aceleración del flujo que permite establecer una relación matemática entre altura de carga del agua y el caudal que circula a través del medidor de Parshall (Monroy, 2010).

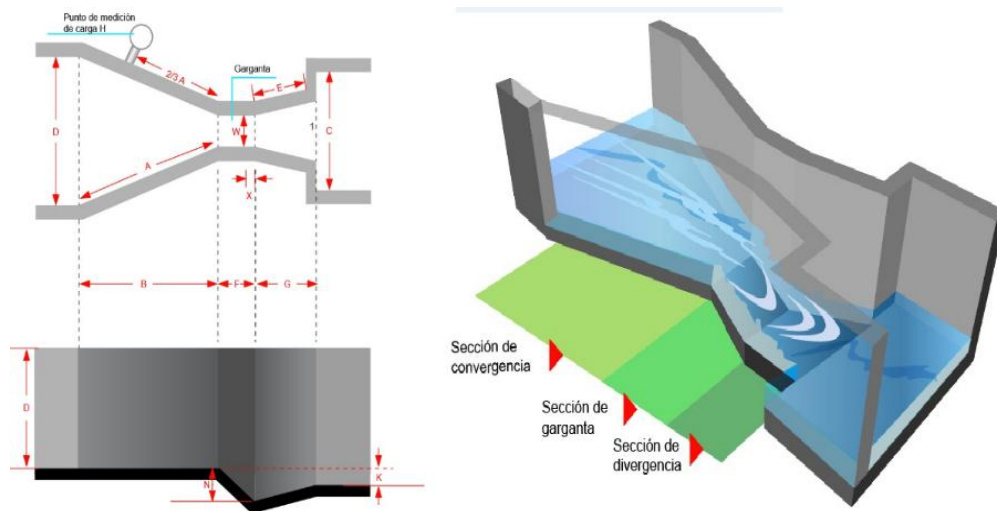


Figura 2. Aforador Parshall
Diseñado a partir de Scott & Houston (1959)

2.9.1.1. Rangos de caudales de operación

Según De Azevedo & Acosta (1975), indican los siguientes rangos de caudales en función de la garganta del Parshall.

Cuadro 3. Rangos de caudales de operación en canales Parshall

Ancho de Garganta (cm)	Caudal (l s^{-1})	
	Mínimo	Máximo
7,6	0,85	53,8
15,2	1,52	110,4
22,9	2,55	251,9
30,5	3,11	455,6
45,7	4,25	696,2
61,0	11,89	936,7
91,5	17,26	1426,3
122,0	36,79	1921,5
152,5	62,8	2422,0

Fuente: De Azevedo & Acosta (1975).

2.9.2. Vertedero

Un vertedero es un dique o es una estructura simple por el cual fluye el agua y permite medir el caudal (Monroy, 2010). Estas estructuras son con borde horizontal que se llama umbral o cresta, esta parte intercepta la corriente, causando una elevación del nivel aguas arriba en el cual se encuentra una regla, en la cual se mide la carga hidráulica y permite calcular el caudal que pasa por un determinado canal (Marbello, 2014; Monroy, 2010).

Vertedero rectangular sin contracciones

Es un tipo de vertedero con paredes delgadas, que puede ser de madera, metal o algún polímero resistente, con una cresta de una determinada longitud que permite la medición de la carga hidráulica (Monroy, 2010). Siendo su ecuación de descarga la siguiente:

$$Q = 1.84 L H^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal que fluye por el vertedero, $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$

L = Ancho de la cresta, m

H = Carga del vertedero, m

En la figura 3, se presenta el vertedero rectangular sin contracciones, el cual facilita el aforo de caudales en canales terciarios.

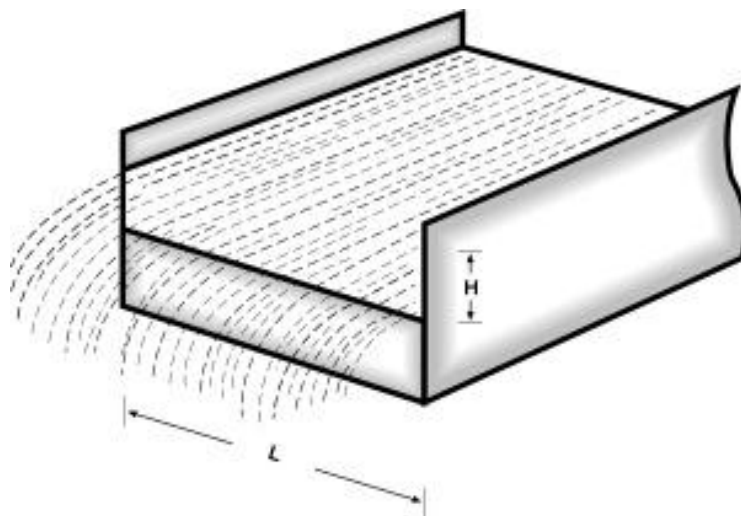


Figura 3. Vertedero rectangular sin contracciones

Fuente: Monroy (2010)

2.10. Sobre o sub irrigación

La determinación de sobre o sub irrigación es una forma de indicar como ha influido la distribución de agua en sistema de riego, es decir, que se mostrara el exceso o el déficit de agua en cada parcela dentro de un óvalo. Definir la existencia de sobre y sub irrigación considera un análisis en el cual se establece el tiempo de riego necesario para una parcela mediante un balance hídrico, el cual se lo compara con el tiempo asignado por Junta de regantes, dan como resultado el escenario de cada usuario, siendo el factor determinante el caudal de ingreso a la parcela.

2.11. Balance Hídrico

El balance hídrico se basa en la ley física universal de la conservación de la masa, expresa la equivalencia entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica y la cantidad de agua que se evacua, que se condicionará por la variación del volumen de agua que almacena el sistema; como concepto, el balance hídrico muestra el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen, en un intervalo determinado de tiempo (Mora & Sánchez, 2018; León, 2005).

El balance hídrico es muy importante para la estimación de efectos artificiales en ríos, lagos y cuencas subterráneas, pues la información proporcionada son de una evaluación en un período corto de tiempo, sean días, semanas o meses, toda esta información se puede usar para el estudio de ciclos hidrológicos y para la comparación de recursos específicos del agua en sistemas determinados (UNESCO, 1981).

La técnica del balance hídrico implica mediciones tanto de entrada como de salida, almacenamiento y flujos de agua; sin embargo, algunas mediciones se eliminan en función del volumen y un período de tiempo utilizados para el cálculo del balance. Otro aspecto importante del balance es la consideración de las entradas tales como: la precipitación, el agua recibida superficialmente del suelo, y las aguas superficiales y subterráneas recibidas dentro de la cuenca. La consideración de las salidas en el balance son: la evapotranspiración real, evaporación de un cuerpo de agua, evapotranspiración en áreas urbanas, escurrimiento superficial, demanda interna y externa de la cuenca. Y en el almacenamiento: la recarga de acuíferos y la variación de nivel en cuerpos de agua siendo estos lagos, lagunas y embalses (Alberto, 2005; UNESCO, 1981).

2.11.1. Precipitación

La entrada de agua por precipitación a un sistema se da a través del suelo y penetra en él modificando la reserva del agua, son utilizadas en la evapotranspiración o percolación hacia los estratos inferiores del suelo, originando así variaciones en las reservas de agua (Echeverría *et al.*, 2007).

La precipitación es la principal entrada de agua dentro de un ciclo hidrológico, que se considera en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, heladas, etc.), puede variar tanto espacialmente como temporalmente en la cuenca o el sistema. Es una variable básica del cálculo del balance hídrico, esta variable se obtiene de mediciones con pluviómetros, pluviógrafos o totalizadores instalados en la zona de estudio (Musy, 2005; UNESCO, 1981).

2.11.2. Evapotranspiración de Referencia

La evapotranspiración es la cantidad de agua que regresa a la atmósfera por la conversión del agua en vapor por la cobertura de la plantas más la evaporación del agua desde el suelo, es una variable hidrológica de mayor peso en el balance hídrico (Carmona *et al.*, 2018; Monterroso *et al.*, 2016).

La evapotranspiración de referencia (ETo) es la pérdida de agua por evaporación y transpiración de un cultivo tomado como referencia (pastos), se la define también como la evapotranspiración de una superficie de gramíneas de 8 – 15 cm de altura, crecimiento activo, que cubren el suelo totalmente y que no escasea el agua; ETo se utiliza en el estudio de la demanda de la evapotranspiración de la atmósfera, sin definir tipo, desarrollo y manejo de cultivo (FAO, 2006; UNESCO, 2006).

2.11.3. Coeficiente de Cultivo Kc

Para cada cultivo se han determinado coeficientes que indican la necesidad de agua para cada especie, según el desarrollo del cultivo varía el Kc , a mayor índice foliar (cobertura vegetal) mayor será el Kc . Para determinar el Kc según estudios de la FAO se ha tomado en cuenta tanto la transpiración del cultivo, como la evaporación del agua desde el suelo, factores que se integran en este coeficiente único por cada cultivo. Es así que, Rodríguez (2002) indica que el coeficiente Kc incorpora las características del cultivo y los efectos promedios de la evaporación en el suelo, constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en períodos mayores a un día.

Según la FAO (2006), “el coeficiente integra las diferencias de la evaporación en el suelo y en la tasa de transpiración del cultivo, entre el cultivo y la superficie del pasto de referencia”.

2.11.3.1. Factores que Determinan el Coeficiente

Según la FAO (2006), para la determinación del Coeficiente de cultivo es necesario mencionar los factores que afecta al cultivo ya que estos determinaran el valor del Kc , dentro de ellos tenemos a los siguientes:

- **Tipo de cultivo.-** La distribución de las hojas determinara la cobertura y el tipo hoja determinará el número de estomas que tenga la especie, esto afectará al Kc .
- **Clima.-** En lugares con aridez y desérticos, será mayor el Kc , mientras que en lugar húmedos y vientos ligeros el Kc será menor.
- **Evaporación del suelo.-** Si el cultivo son de hojas anchas o la densidad de siembra permite cubrir el suelo no se toma importancia este factor, pero si el cultivo es pequeño y no cubre el suelo se toma en cuenta a este factor.
- **Etapas de crecimiento.-** Es de vital importancia determinar el estado fenológico de la planta ya que dependerá la cobertura que proporciona el cultivo al suelo. Se divide en 4 etapas el crecimiento de las plantas en las cuales son las siguientes (FAO, 2006):
 - **Inicial.-** El cultivo solo cubre un 10% de la superficie del suelo sembrada.

- **Desarrollo.-** En esta etapa el suelo se va cubriendo, por ende la evaporación del suelo se ve cada vez más restringida y la transpiración gradualmente se convertirá en un proceso importante.
- **Medianos de temporada.-** En esta etapa el Kc alcanza su valor máximo y el suelo su óptimo de humedad.
- **Finales de temporada.-** El valor del Kc en esta etapa depende de las prácticas del cultivo.

2.11.4. Métodos de Riego

Existen dos grandes grupos de métodos de aplicación del agua de riego, riego por superficie y riego presurizado (Demin, 2014), los cuales son los únicos que se han desarrollado hasta la fecha actual.

2.11.4.1. Riego por superficie

Este método es uno de los más antiguos que se ha practicado en la agricultura. El riego por superficie o conocido también por gravedad es un sistema de riego donde el agua fluye por gravedad, utilizándose la superficie del suelo, es decir que se conducirá a través de la pendiente del suelo (UCLM, 2001).

- **Riego por surcos.-** Es habitualmente un riego en líneas, en el surco el agua discurre por su parte inferior y las plantas generalmente ocupan los lomos del mismo, llegando a una eficiencia de hasta un 40% (UCLM, 2001).
- **Riego por fajas.-** Se usa en terrenos divididos en franjas rectangulares con una ligera pendiente, las llamadas fajas o melgas son separadas una de otra mediante caballones dispuestos longitudinalmente. Cada faja tiene su acequia de abastecimiento en el exterior, y canales de desagüe en el extremo inferior. El agua circula por la faja formando una lámina delgada que se infiltra paulatinamente (UCLM, 2001).
- **Riego por tablares o canteros.-** Este método de riego divide al terreno en tablares o canteros cerrados de forma rectangular, dentro de ellos circula el agua que va estancándose y a la vez infiltrándose; este método se usa en cultivos que resisten encharcamientos temporales, presenta una eficiencia y uniformidad de un 90% (UCLM, 2001).

2.11.4.2. Riego por aspersión

Este tipo de riego aparece en el año 1872 su uso fue para el riego de pastos. El riego por aspersión implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre una parcela con el fin de lograr que infiltre en el mismo punto donde cae. Un aspersor logra simular una lluvia mediante un chorro de agua a una alta velocidad, se difunde en el aire formando gotas, distribuyéndose sobre una superficie del terreno (Tarjuelo, 1992; Tarjuelo, 2005).

Según Dechmi (2002), estudios realizados en el manejo de agua, el riego por aspersión alcanza valores de uniformidad y de eficiencia de hasta el 95%.

2.11.4.3. Riego localizado

El riego localizado se desarrolló para lograr reponer el agua evapotranspirada por el cultivo en forma periódica con alta frecuencia y permitiendo el ahorro a la vez, la zona que humedece este tipo de sistema es la zona radicular de la planta. Este tipo de riego está orientado a satisfacer las necesidades de la planta y no a la recarga al suelo, es así que este método de riego permite el aporte de los fertilizantes necesarios. Por lo que pretende aportar nutrientes disponibles en el suelo en las condiciones óptimas para ser extraídos por la planta, y en un nivel prácticamente constante, sin fluctuaciones que puedan afectar a la producción final del cultivo, por lo que es uno de los métodos más eficientes en la actualidad (Fernández De Sousa & García, 2012; Ferreyra *et al.*, 2005; Hayashi, 2014).

2.11.5. Eficiencia de aplicación por método de riego

Según FAO (1989), la eficiencia de aplicación depende del nivel de operación del agricultor en manejar el riego a nivel de parcela (Cuadro 4).

Cuadro 4. Eficiencia de aplicación por método de riego

Métodos de riego	Eficiencia de la aplicación (%)
Riego de superficie	60
Riego por aspersión	75
Riego por goteo	90

Fuente: FAO (1989)

2.11.6. Necesidad hídrica Diaria

Necesidad hídrica diaria, es la necesidad de agua del cultivo, la cual se ha perdido mediante la evapotranspiración cada día, se mide esta variable en mm día^{-1} . La evapotranspiración se da mediante la salida de agua por los estomas los cuales pasan por un efecto de transpiración. La necesidad hídrica se denomina con el enfoque del efecto del clima sobre los requerimientos de agua del cultivo de referencia y el efecto del cultivo se incorpora en el coeficiente del cultivo K_c (Agricultureros, 2015; Carlo *et al.*, 2008; Espinoza, 1989).

La necesidad hídrica del cultivo varía a lo largo del desarrollo del cultivo es decir, influye en los procesos fisiológicos y biológicos, y esta necesidad se incrementa conforme se desarrolla la planta (Espinoza, 1989).

2.12. Agronomía del Riego

2.12.1. Frecuencia de Riego

La frecuencia de riego, es el tiempo entre aplicación y aplicación del agua, este intervalo de aplicación dependerá del balance que se haga entre la oferta y la demanda de agua, es decir, la capacidad de retención de agua que tiene el suelo y la demanda de agua. La frecuencia de riego se determina en función de la etapa fenológica del cultivo, la mayor frecuencia será en la etapa de desarrollo del cultivo y en general se expresa por días (Oriolani *et al.*, 2005; Ortega & Acevedo, 1999; Cadena & Quezada, 2014). Los factores que afectan a la frecuencia de riego son:

- El suelo
- Condiciones climáticas
- Método de riego
- Cultivo
- Diseño del sistema de riego
- Condición del cultivo, es decir a campo abierto o en invernadero

2.12.2. Volumen diario de aplicación del agua

Como definición, el volumen diario de aplicación del agua se refiere a la cantidad de agua que demanda un cultivo o cultivos en una determinada región. El volumen de agua que consumirá el cultivo dependerá de las condiciones climáticas, la especie del cultivo y la evapotranspiración del cultivo, siendo necesario cuantificar, relacionar y equilibrar estos factores para la determinación de un volumen óptimo de consumo diario para el cultivo (Fernández *et al.*, sf; PROVALTT, 2000).

Es necesario realizar una planeación del riego, después de realizar estos análisis y comprobar que el volumen disponible es suficiente para satisfacer las necesidades diarias del cultivo, entonces la superficie que se pretende regar queda definida, caso contrario se modifica el sistema de riego o la superficie regable para lograr ajustar el volumen (Fernández *et al.*, sf).

2.12.3. Volumen a nivel parcela

El volumen de agua que se entrega en la parcela cubre las necesidades hídricas de los cultivos, el cual incluye las eficiencias de conducción, distribución y aplicación. Normalmente se determina para una frecuencia de riego de siete días (Ortiz, 2018).

2.12.4. Tiempo de riego

El tiempo de riego es muy importante determinarlo, puede ser un tiempo muy corto o muy largo, el objetivo de esta variable es determinar la profundidad de infiltración del agua en el suelo para lograr cubrir la zona radicular del cultivo. Es necesario determinar el caudal y el tiempo de riego para lograr cubrir la parcela y la zona radicular (FAO, s.f.).

Tiempo de riego en predios se ha definido mediante los coeficientes de riego, capacidad máxima de los canales y los métodos de riego, es así que se determina un orden en la

distribución del riego en tiempos según las necesidades de cada usuario (INRENA, 2005).

La modalidad de distribución se caracteriza en turnos de riego que tienen un tiempo determinado, por consiguiente, en cada turno se entrega el agua de acuerdo a las necesidades de cada cultivo o cultivos en cada predio. El turnado o rotación del riego se realiza en forma similar para lograr cumplir con los tiempos de distribución, ya sea en subsectores, sectores, canales, márgenes del cauce, parte alta y parte baja, y usuarios o predios. La duración de cada turno es más efectivo cuando se calcula en función del área instalada, tipo y edad del cultivo a regar. El tiempo por usuario puede ser por minutos, horas y días (INRENA, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

3.1.1. Ubicación política y geográfica

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Quito
- Parroquia: Tumbaco
- Ramal: ILALÓ

El estudio se realizó en uno de los ramales perteneciente y administrado por la Junta de Regantes del Sistema de Riego de Tumbaco denominado ILALÓ. En el ramal se encuentran 381 usuarios activos de 434 usuarios, los usuarios pasivos son predios de terrenos urbanizados o baldíos. Se conforma de 18 bloques hidráulicos, con una superficie de 357,22 ha regables y con una longitud del canal de 14,46 km.

El ramal Ilaló beneficia a los siguientes sectores: Santa Lucía, Tola Grande, Plazapamba, Chiviquí, Cerámica Alta, La Cerámica, San José, Cangahual, Ocaña, Comuna Central, Pachosalas, San Antonio, Muela alto y Cununyacu.

3.1.2. Ubicación geográfica del sitio experimental

El ramal Ilaló se encuentra a la altura de las siguientes coordenadas presentadas (Figura 4).

- Punto Norte: 78°25'02" O - 0°13'01" S
- Punto Sur: 78°22'06" O - 0°14'45" S
- Punto Este: 78°21'55" O - 0°14'35" S
- Punto Oeste: 78°26'08" O - 0°14'01" S

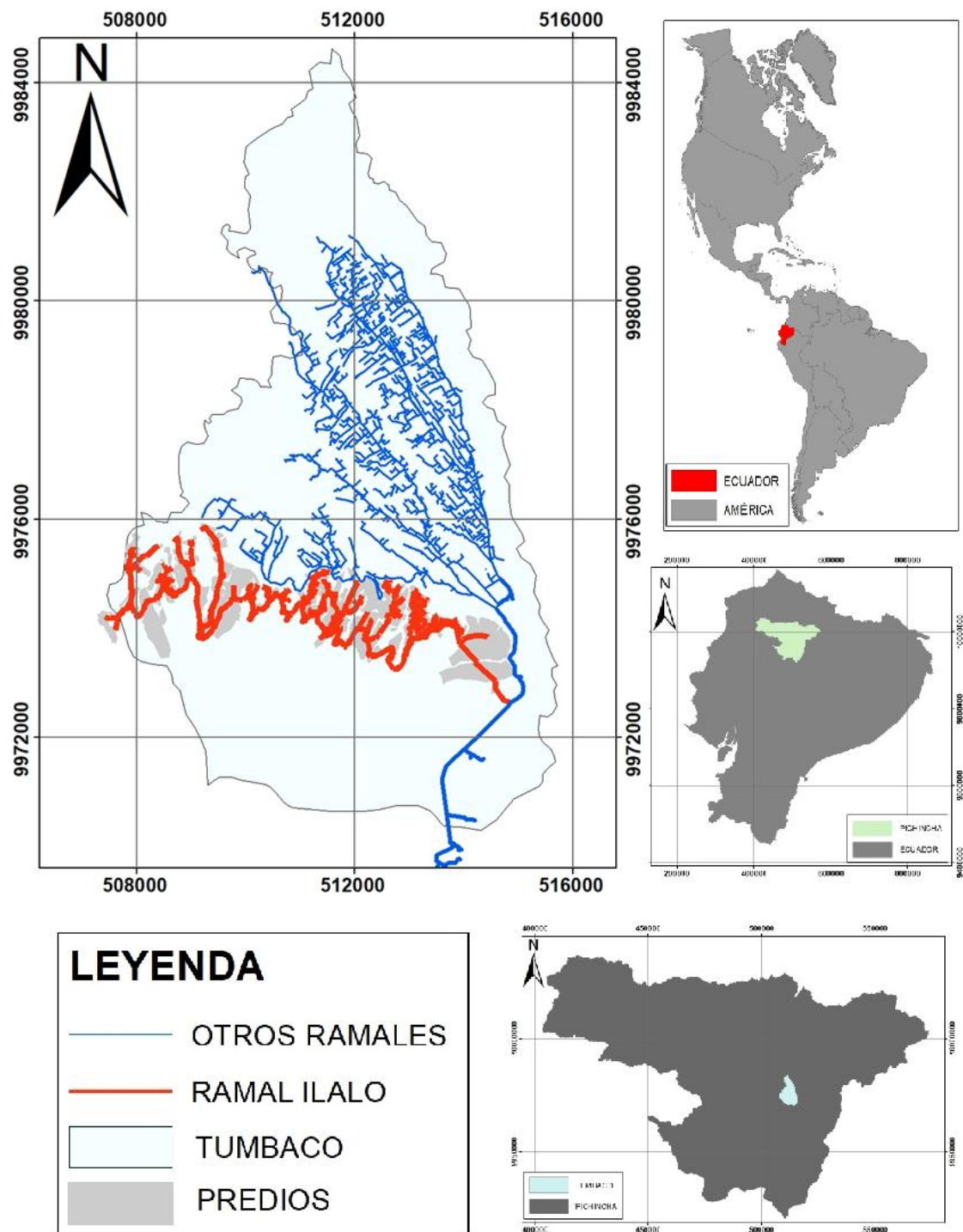


Figura 4. Ubicación del ramal Ilaló - Sistema de Riego Tumbaco

3.1.3. Características climáticas

Tumbaco es una parroquia con un clima generalmente cálido y templado. La temperatura media anual es de 16,4 °C, presenta temperaturas mínimas de 7,7 °C y temperaturas máximas de 24,7 °C. La precipitación promedio anual es de 952 mm (Climate-Data.org, 2018).

3.1.3.1. Precipitación

En el grafico 1, se observa la distribución mensual de la precipitación, esta variable climática tiene un comportamiento bimodal dando como máximo el mes febrero y como segundo el mes de Abril, se puede observar que la variabilidad mensual de la precipitación es alta presentando el mes de junio con 0,3mm de precipitación y meses de febrero hasta con 159,8mm (INAMHI, 2017).

Por el número de días de lluvia se observa que el mes más lluvioso es febrero, mayo y octubre. Los meses con poca lluvia son junio, julio y enero (INAMHI, 2017).

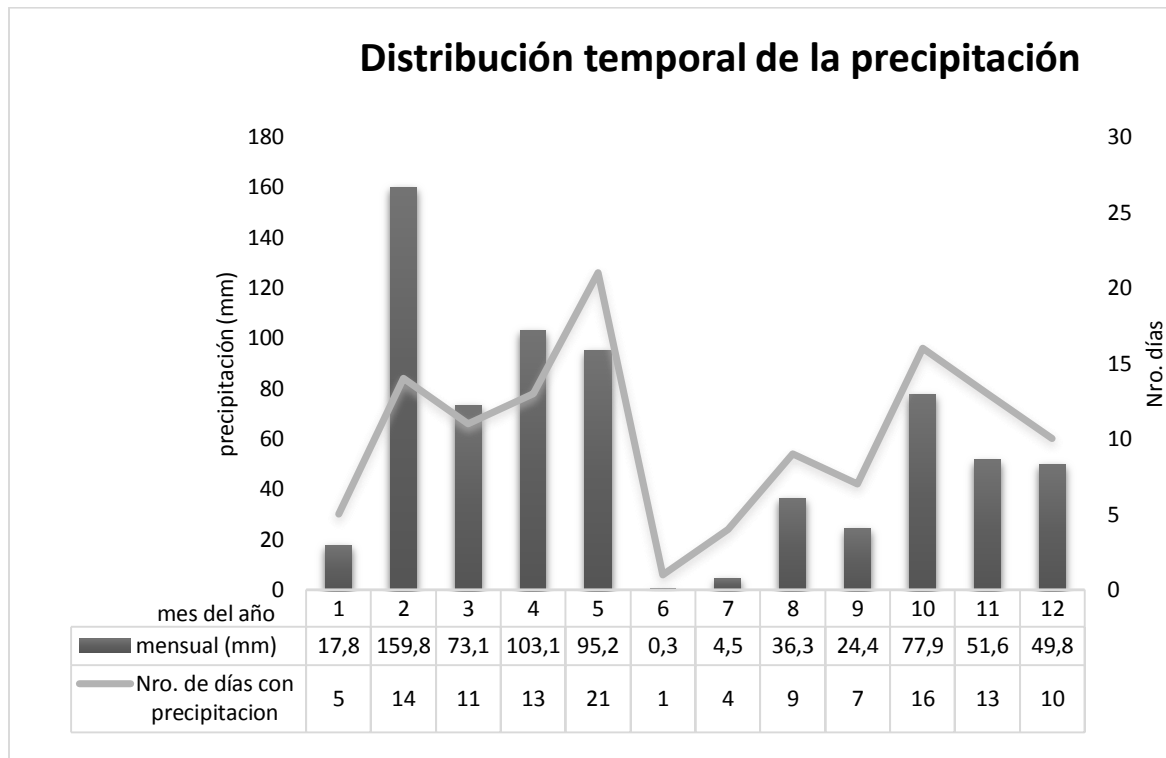


Gráfico 1. Distribución temporal de la precipitación mensual de la Estación La Tola para el año 2013.

Fuente:(INAMHI, 2017)

3.1.3.2. Evapotranspiración

En el gráfico 2, se observa la variación de la evapotranspiración de referencia mensual, el valor menor se registró en el mes de febrero y el valor mayor en septiembre.

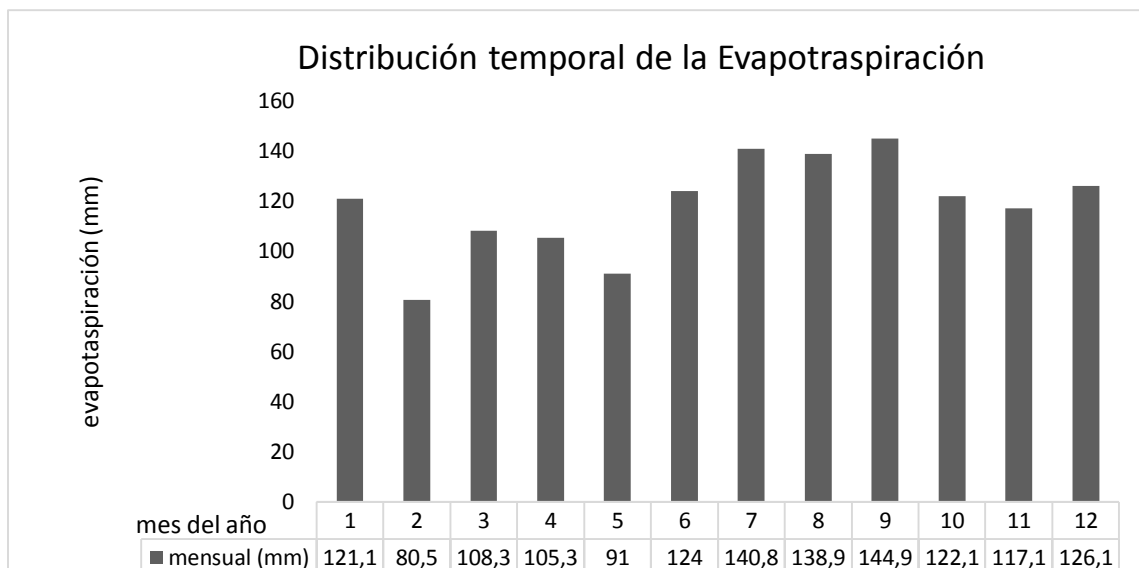


Gráfico 2. Distribución temporal de la evapotranspiración mensual de la Estación La Tola para el año 2013.

Fuente: (INAMHI, 2017).

3.1.3.3. Temperatura

En el gráfico 3, se observa la distribución de la temperatura promedio mensual, la variación de la temperatura en el año ha determinado condiciones limitantes como las heladas, siendo junio, julio, agosto y septiembre los meses en los cuales se presentan las temperaturas mínimas de hasta 8,4 °C. Las máximas temperaturas influyen en un mayor tasa de evaporación del agua y transpiración de las plantas, siendo enero el mes con la temperatura máxima con 23,9 °C (INAMHI, 2017).

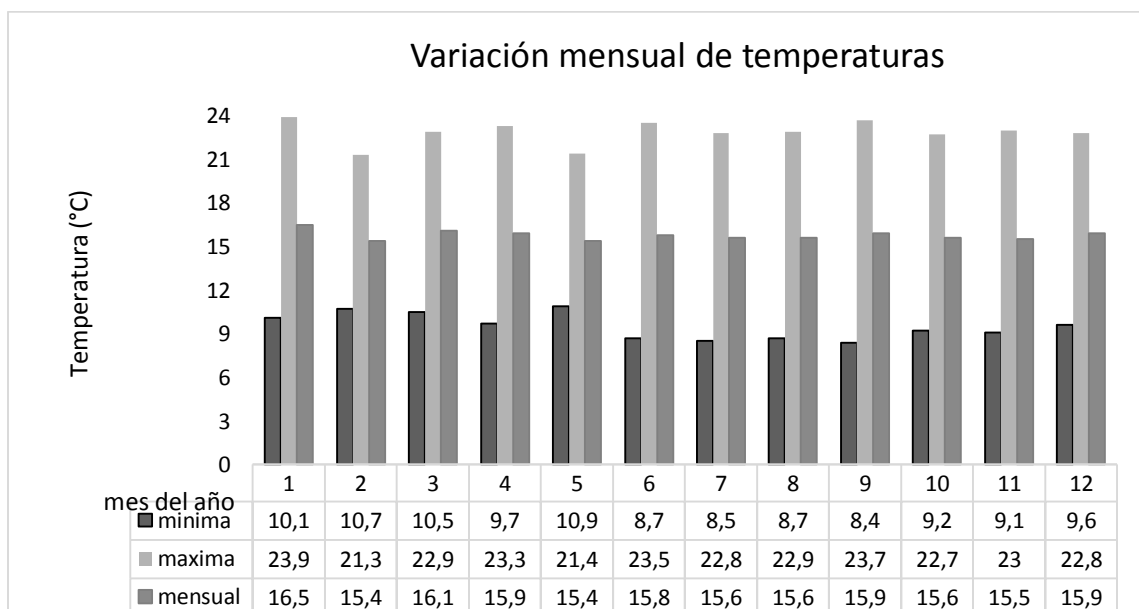


Gráfico 3. Distribución temporal de la temperatura mensual de la Estación La Tola para el año 2013.

Fuente: (INAMHI, 2017).

3.1.3.4. Humedad

En el gráfico 4, se presenta la distribución de la humedad relativa mensual, se observa que el mes más húmedo es mayo con el 82% y los meses más secos se presentan en enero, octubre y diciembre con el 74% (INAMHI, 2017).

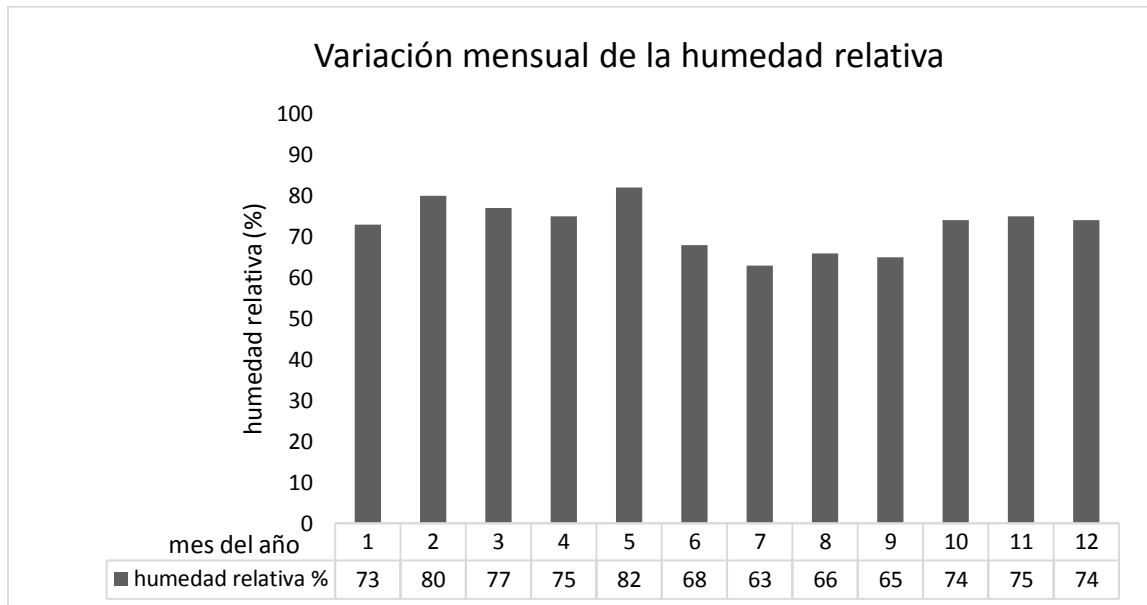


Gráfico 4. Distribución temporal de la humedad relativa mensual de la Estación La Tola para el año 2013.

Fuente: (INAMHI, 2017)

3.2. Materiales

3.2.1. Insumos

- Cartografía básica de Tumbaco en formato shapefile, con sistema de referencia WGS 1984 UTM Zona 17 S.
- Cartografía digital formato shapefile del canal primario y canales secundarios del sistema de riego Tumbaco (coordenadas UTM).
- Padrón de usuarios de la Junta de regantes de Tumbaco.
- Turnos de riego definidos por la Junta de regantes de Tumbaco.

3.2.2. Materiales de Gabinete

- Laptop
- Software ArcGis
- Microsoft Excel

3.2.3. Materiales de campo

- Medidor Parshall

- Vertedero rectangular cresta delgada
- Cronómetro
- Equipo GPS
- Estacas
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Libreta de campo
- Tablero plástico
- Esferos y lápices

3.3. Metodología

La metodología empleada en la presente investigación se estableció en 3 fases las cuales son: eficiencia de conducción, eficiencia de distribución y sobre o sub irrigación.

Levantamiento de la información

La recolección de información preliminar en el sistema de riego, canales secundarios y terciarios, características del óvalo y características sociales, se recolectó mediante el siguiente listado de actividades:

- Recorrido del Ramal y entrevista a los operarios.
- Determinación de secciones estudiadas e identificación de tipo de canal.
- Determinación y caracterización del óvalo.
- Entrevista a los usuarios del óvalo y su representante.

3.3.1.Desarrollo de la investigación

3.3.1.1. Fase 1: Eficiencia de conducción del ramal

Para cumplir con el primer objetivo se establecieron las siguientes actividades:

- Ubicación de los puntos de monitoreo en las secciones o tramos.
- Aforo de caudales.
- Recolección de información del estado del canal en los puntos de monitoreo

Nota: en el aforo de los caudales se tomó una sección sin derivaciones, es decir, que no existió ni ingreso ni salida de agua en el tramo estudiado.

3.3.1.2. Fase 2: Eficiencia de distribución en el óvalo

Para cumplir con el segundo objetivo se estableció el siguiente procedimiento:

- Recorrido del óvalo para establecer los puntos de aforo.
- Medición del caudal de entrada al óvalo.
- Medición del caudal a la entrada de cada predio.
- Levantamiento de información de condiciones de los canales.
- Medición de áreas irrigables de cada predio.

3.3.1.3. Fase 3: Sobre y sub irrigación

Para cumplir con el tercer objetivo se plateó el siguiente procedimiento:

- Cálculo de los tiempos de riego
- Análisis de los turnos de riego para cada agricultor

3.3.2. Medición de caudales

Se realizó la medición de los caudales en tres tramos del ramal y en el óvalo 5-7 (10 Usuarios), se utilizó dos métodos de medición, los cuales son: el medidor Parshall y el vertedero rectangular sin contracciones.

- **Puntos de monitoreo en ramal**

1. En tres tramos del canal secundario ubicados al inicio, a la mitad y al final del ramal (figura 5).
2. En cada sección, se ubicó los puntos de entrada y salida y se procedió con la medición del caudal.
3. Se registraron tres lecturas de la carga hidráulica cada 10 minutos.

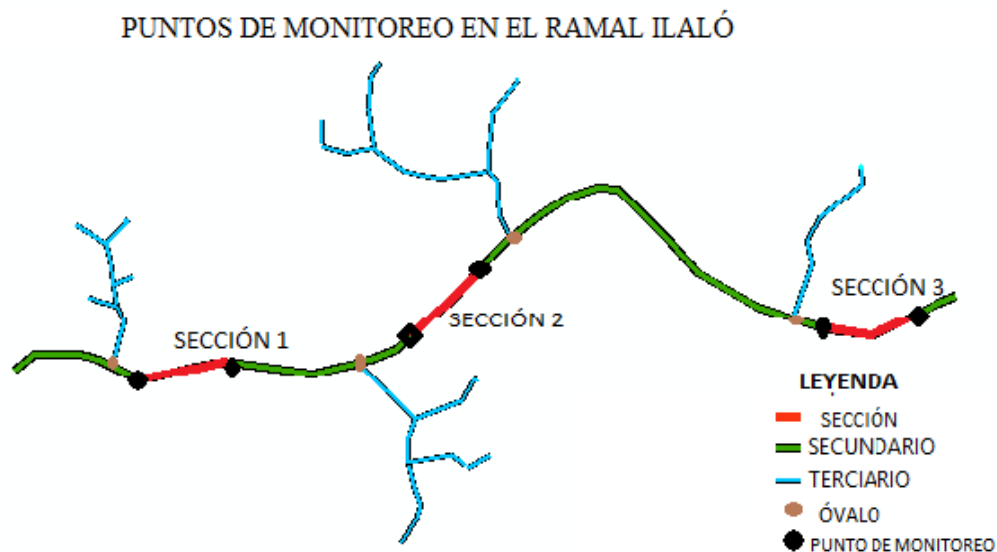


Figura 5. Puntos de monitoreo. Eficiencia de Conducción.

- **Medidor Parshall**

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el caudal (USDA, 1965):

$$Q = 0.013762 Ha^{1.53}$$

Donde:

Q: Caudal del canal (l s^{-1})
Ha: Carga hidráulica (mm)

- **Puntos de monitoreo en el óvalo**

La medición del caudal se realizó en los siguientes puntos:

1. A la entrada del óvalo 5-7 (Figura 6).
2. A entrada de cada predio (Figura 6).
3. Las lecturas de la carga hidráulica se midieron con un intervalo de 5 minutos.

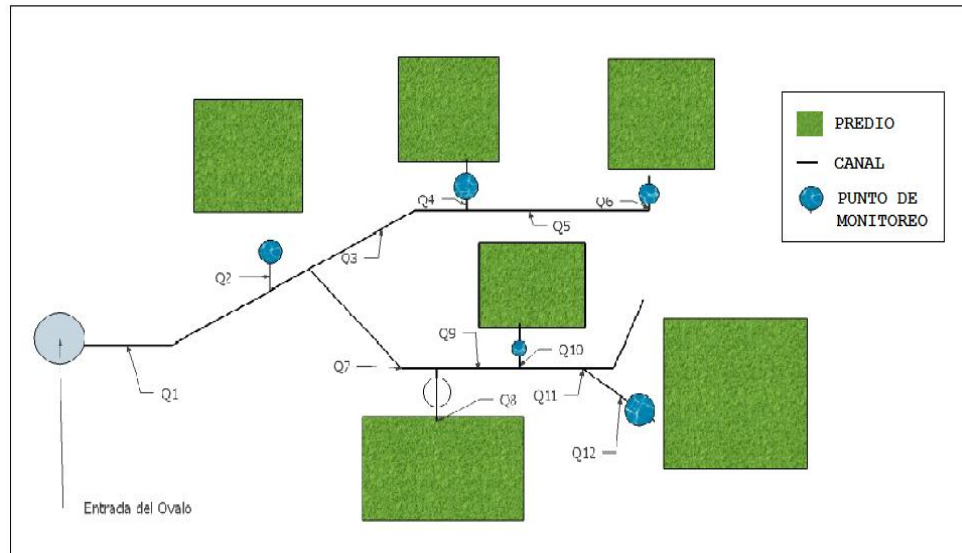


Figura 6. Puntos de monitoreo. Eficiencia de distribución

Vertedero

Para el cálculo del caudal se utilizó la fórmula de Francis (1852):

$$Q = 1840 L H^{3/2}$$

Donde:

- Q: Caudal del canal (l s^{-1})
H: Carga hidráulica (m)
L: ancho de la cresta del vertedero (0,19 m, anexo 4)

3.3.3. Eficiencia de conducción

La eficiencia de conducción se determinó en función de los caudales medidos en cada sección (Ortiz, 2017).

$$Efc1 = \frac{Q2}{Q1} * 100$$

$$Efc2 = \frac{Q4}{Q3} * 100$$

$$Efc3 = \frac{Q6}{Q5} * 100$$

Donde:

Efc: Eficiencia de conducción (%)

Q: Caudal del tramo del canal (l s⁻¹)

3.3.4. Eficiencia de conducción en el óvalo

La eficiencia de conducción en el óvalo se determinó en función de los caudales medidos (Ortiz, 2017).

$$Efc_{seccion} = \frac{Q1}{Qo} * 100$$

Donde:

Efc: Eficiencia de conducción de una sección (%)

Q1: Caudal que ingresa a la parcela (l s⁻¹)

Qo: Caudal que ingresa al óvalo (l s⁻¹)

En los canales terciarios se levantó información: tipo de revestimiento, estado del canal, material flotante y obras civiles.

3.3.5. Eficiencia de distribución

Como primer paso se calculó el volumen entregado de agua a cada usuario, luego se dividió para el área irrigable del predio obteniendo así los volúmenes por hectárea, los que permitieron calcular la eficiencia de distribución.

Según Ortiz (2018), para determinar la eficiencia de distribución del óvalo se utilizó la siguiente metodología:

1. Se calculó el volumen promedio por hectárea.
2. Se ordenó los datos de mayor a menor.
3. Se determinó el volumen por hectárea promedio del 25% de los volúmenes más bajos.

$$Efd = \frac{V25\%}{Vpromedio} * 100$$

Donde:

Efd: Eficiencia de distribución del óvalo (%)

V25%: Volumen por hectárea promedio del 25% de los valores más bajos (m³ ha⁻¹)

V promedio: volumen por hectárea promedio (m³ ha⁻¹)

3.3.6. Sobre o sub irrigación

Para determinar si en el óvalo 5-7 existe sobre o sub irrigación, se determinó el tiempo de riego en función de las necesidades hídricas de los cultivos y el turno asignado por la junta de regantes.

Para determinar si existe sobre o sub irrigación se utilizó el siguiente criterio.

Para cada agricultor se determinó el tiempo de riego que requieren los cultivos; siendo la variación máxima permitida del 10% (+5%, -5%):

- Sobre irrigación: cuando el tiempo de riego asignado es mayor al tiempo de riego calculado.
- Sub irrigación: cuando el tiempo de riego asignado es menor al tiempo de riego calculado.

3.3.6.1. Lamina total

La determinación de la lámina total que el canal de riego provee a la parcela se calculó por medio de la siguiente fórmula (Ortiz, 2017).

$$LT = \frac{NHD * Fr}{Efa}$$

Donde:

LT: Lamina total (mm)
NHDp: Necesidad hídrica diaria (mm)
Fr: Frecuencia de Riego (días)
Efa: Eficiencia de aplicación (decimal)

a) Necesidad hídrica mensual

La necesidad hídrica mensual, toma en cuenta parámetros de precipitación efectiva y evapotranspiración real de los cultivos, que se encontró en el óvalo seleccionado, de esta manera se opera el balance hídrico para conocer las necesidades hídricas de los cultivos, utilizando la siguiente fórmula (Ortiz, 2017).

$$NHM = Pe + DH - ETr$$

Donde:

NHM: Necesidad hídrica mensual (mm)
Pe: Precipitación efectiva mensual (mm)
DH: Aporte de humedad de precipitaciones anteriores (mm)
ETr: Evapotranspiración real mensual (mm)

Si NHM es mayor que 0.0, se dice que en el período analizado hay un exceso, mientras que cuando NHM es menor que 0.0 se dice que existe un déficit de humedad; este déficit de humedad corresponde a la necesidad hídrica del cultivo para el período en estudio.

b) Necesidad hídrica diaria

El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos elaboró un procedimiento de cálculo en base a la máxima necesidad del cultivo durante su ciclo vegetativo y la dosis o lámina de riego neta.

$$NHD = 0.034 \times \frac{NHM^{1.09}}{Ln^{0.09}}$$

Donde:

NHD: Necesidad hídrica diaria en el período de punta (mm d⁻¹)

NHM: Necesidad hídrica máxima mensual (mm)

Ln: Lámina neta (mm)

c) Lamina neta

La fórmula para calcular la lámina neta es:

$$Ln = p \times \left(\frac{CC - MP}{100} \right) \times pr$$

Donde:

Ln: Lámina neta (mm)

p: Porcentaje máximo de agotamiento de agua en el suelo (decimal)

CC: Capacidad de campo (porcentaje)

MP: Punto de marchitamiento (porcentaje)

pr: Profundidad radicular efectiva del cultivo (mm)

d) Necesidad hídrica ponderada

Según Ortiz (2017), la fórmula para calcular la necesidad hídrica ponderada es:

$$NHDp = \frac{NHD - C_1 * A_1 + \dots + NHD - C_n * A_n}{AT}$$

Donde:

NHDp: Necesidad hídrica diaria ponderada (mm d⁻¹)

NHDC: Necesidad hídrica diaria del cultivo (mm d⁻¹)

A1: Área del cultivo 1 (m²)

AT: Área total del agricultor (m²)

e) Evapotranspiración de referencia (ET_o)

La evapotranspiración potencial o de referencia, se determinó mediante el método del tanque evaporímetro:

Para la Tola, estación M002 del INAMHI, el coeficiente promedio del tanque es de 0,72.

$$ET_0 = kp \times E_0 \approx 0,72 \times E_0$$

Donde:

ET₀: Evapotranspiración potencial (mm mes⁻¹)
kp: Coeficiente del tanque evaporímetro
E₀: Evaporación promedio mensual (mm mes⁻¹)

f) Coeficiente de cultivo “Kc”

El coeficiente del cultivo se determinó por el método de la FAO, boletín No. 56.

g) Evapotranspiración real (ET_r) o uso consuntivo

Según Allen (2006), la ET_r se determina con la siguiente fórmula:

$$ET_r = Kc \times ET_0$$

Donde:

ET_r: Evapotranspiración real del cultivo mensual (mm)
Kc: Coeficiente del cultivo
ET₀: Evapotranspiración potencial mensual (mm)

3.3.6.2. Volumen de agua

El volumen de agua que se entrega al agricultor se determinó con la siguiente fórmula (Ortiz, 2017):

$$V = \frac{10 * LT * AT}{10000}$$

Donde:

V: Volumen total (m³)
LT: Lamina total (mm)
AT: Área de la parcela (m²)

3.3.6.3. Tiempo de riego

El tiempo de riego se calculó con la siguiente ecuación (Ortiz, 2017).

$$T = \frac{V}{Q * 3.6}$$

Donde:

T: tiempo en horas (h)
V: volumen de riego calculado (m³)
Q: Caudal de ingreso al agricultor (l s⁻¹)

3.3.7.Cálculo de áreas irrigables

La determinación de las áreas irrigables se lo hizo mediante el uso de GPS, el cual facilitó la toma de puntos, a través del siguiente procedimiento.

Utilización del GPS

1. Ubicación de puntos en contorno del cultivo.
2. Registró de los puntos (X y Y) en el sistema de coordenadas WGS84.
3. Descarga de la información del GPS a una hoja de cálculo.

Digitalización

1. Se utilizó el programa ArcMap 10.5, para la visualización de los datos y digitalización de los mismos.
2. Se digitalizó los puntos tomados.
3. Se digitalizaron mediante la unión de puntos las zonas irrigables de cada usuario.
4. Se calculó el área y se ingresó todos los datos tomados de cultivos de cada predio para su análisis.

3.3.8.Entrevistas

Para levantar la información de organización, mantenimiento y operación se lo realizó mediante entrevistas a los actores principales del sistema de riego que afectan al ramal Ilaló.

1. **Operarios.-** Se recorrió el canal secundario del ramal y se entrevistó al señor canalero a lo largo del recorrido, con el objetivo de observar la participación en el sistema de riego. A nivel del óvalo se reconoció el área de estudio y se entrevistó a la señora presidenta del óvalo 5-7, el objetivo de reconocimiento del área fue para ver la relación de la presidenta con los usuarios y su nivel de gestión dentro del óvalo (Anexo 4).
2. **Usuario.-** Se entrevistó a los señores consumidores del agua de riego en sus predios, con el objetivo de lograr determinar el nivel de satisfacción entre otras características que influencia en el estudio (Anexo 4).
3. **Técnicos.-** La información obtenida al técnico de la JRT fue mediante una conversación en la cual se habló sobre cómo opera su trabajo en la asignación de turnos y caudales, esta información permitió determinar cómo influyo los tiempos de riego en el estudio.

Nota: En base a la información social y normas que rigen a las Juntas de regantes se determinó el cumplimiento de las mismas y como afectó la Efc, Efd en el ramal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Levantamiento de la información

La información que se levantó se detalla en los siguientes párrafos (Anexo 6).

4.1.1. Red de riego del ramal Ilaló

La red de riego del ramal Ilaló se conforma según como se ha registrado en el cuadro 5, en el Anexo 7 se indican los diferentes tipos de canal, los canales que conforman el ramal cruzan tanto por calles y vías, los cuales son canales entubados o embaulados y zonas con pendiente o elevaciones de tierra, además se encontraron túneles. El canal cruza por bosques, zonas de vegetación arbustiva y zonas urbanas.

Cuadro 5. Tipos de canales y longitud

Tipo de canal	Longitud (m)	%
Sin revestir (tierra)	20453,53	42,76
Entubado	10734,90	22,44
Revestido	8603,14	17,99
Túnel	7429,88	15,53
Embaulado	608,29	1,27

El 43% de la longitud del canal no es revestido, lo que representa 20,5 km; el 16% del canal es Túnel, que representa 7,4km; el 24% del canal es embaulado y tubería, que representa 1,1 km y el 18% del canal es revestido, siendo su longitud de 8,6 km; siendo así que tiene un recorrido del agua de 13,6 km en canal secundario y de 34,2 en canales terciarios. En la Figura 7, se presenta la distribución espacial del tipo de material que conforma el canal secundario, también se notó una gran contaminación y deterioro en el canal no revestido y en la infraestructura (Anexo 8). El canal revestido se pudo notar que su única variable es que tiene sedimentos como arena y piedras pequeñas, por lo que no se vio contaminación como en el canal sin revestimiento y en los túneles.

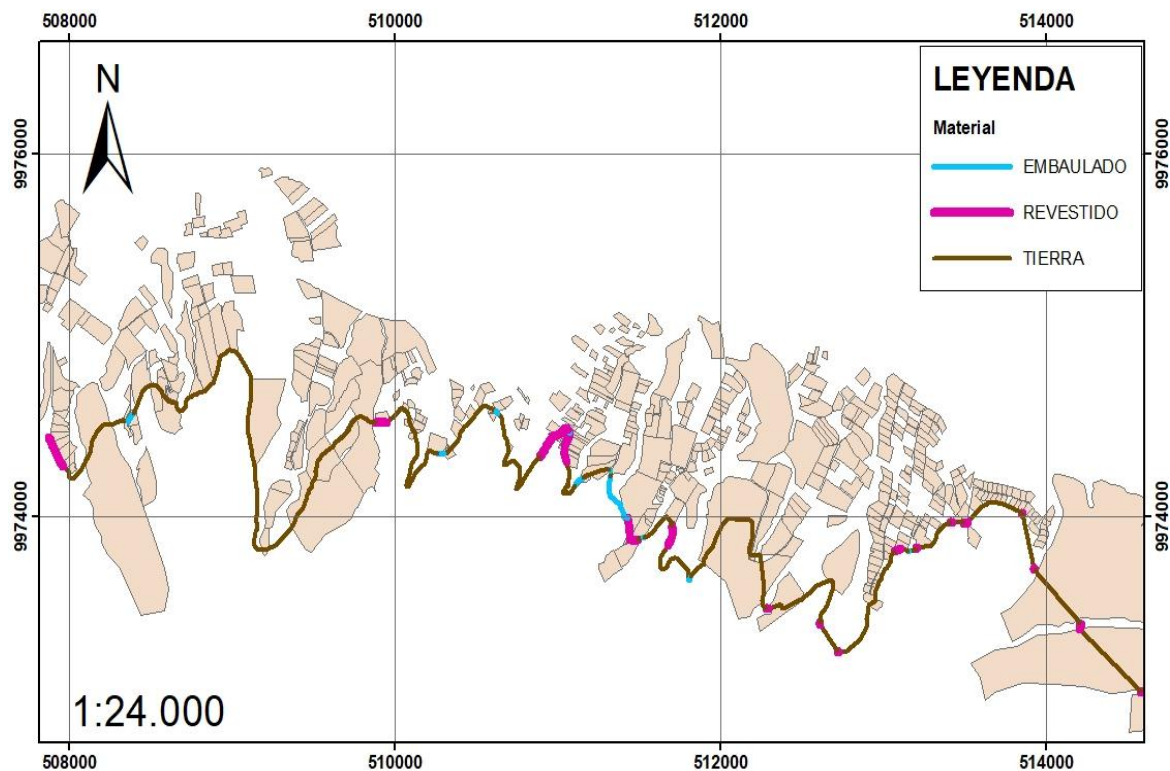


Figura 7. Canal secundario

4.1.2. Organización del ramal

El ramal está organizado de la siguiente manera: presidente, vicepresidente, tesorero y secretario. Estos representantes son elegidos por votación. Los representantes elegidos son integrantes de las asambleas, juntas directivas y se encargan de administrar el ramal, tratando de seguir el mismo modelo y reglas creadas por SENAGUA. Sin embargo, la elección de los representantes sin un perfil técnico, ha causado varios problemas en la toma de decisiones para establecer reglamentos internos y en la rehabilitación del ramal.

4.1.3. Operación del ramal

La operación del ramal es establecido por la JRT, el técnico de la JRT determina los caudales de entrada para cada ramal mediante los turnos de riego y la época. La JRT designa a los señores canaleros que están a cargo de operar las compuertas hidráulicas para regular los caudales en cada ramal. También se encargan de realizar inspecciones periódicas para controlar el robo de agua y contaminación.

4.1.4. Caracterización del óvalo

El ramal Ilaló está conformado por 92 óvalos (Anexo 6), los cuales son administrados por una organización social conformada por los usuarios de cada óvalo, a la entrada de cada óvalo se encuentra una compuerta hidráulica y una red de canales que distribuye el agua a los usuarios (Figura 8).

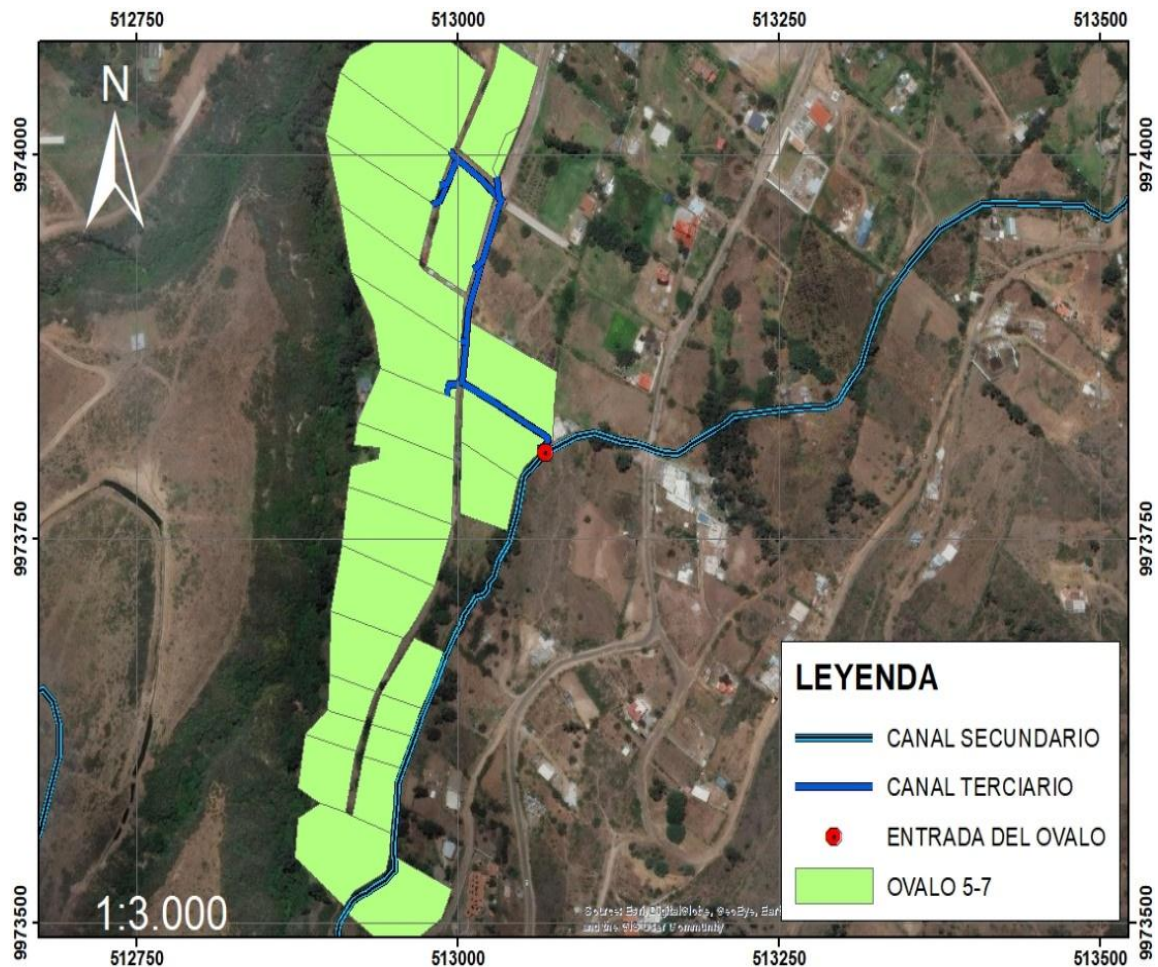


Figura 8. Canales de conducción y de distribución en el óvalo 5-7.

En la figura 8, se presenta la infraestructura hidráulica en el óvalo y la distribución de las parcelas de los agricultores.

4.1.4.1. Estructura del óvalo 5-7

El óvalo 5-7 está conformando por 20 usuarios, los cuales cuentan con una área de riego de 5,74 hectáreas, la diferencia con otros óvalos radica en su estructura social y física, dentro de este óvalo su estructura física solo lo conforman 10 usuarios y en la parte social 20, los 10 que no conforman la estructura física son usuarios que derivan su entrada de agua directo del canal secundario mediante válvulas. En el anexo 10 se presenta el padrón de usuarios en donde se especifican 20 usuarios y el tipo de entrada de agua a su predio y en el anexo 9, los tipos de entrada. En el figura 9 se indica la distribución espacial de los predios por el tipo de entrada de agua.

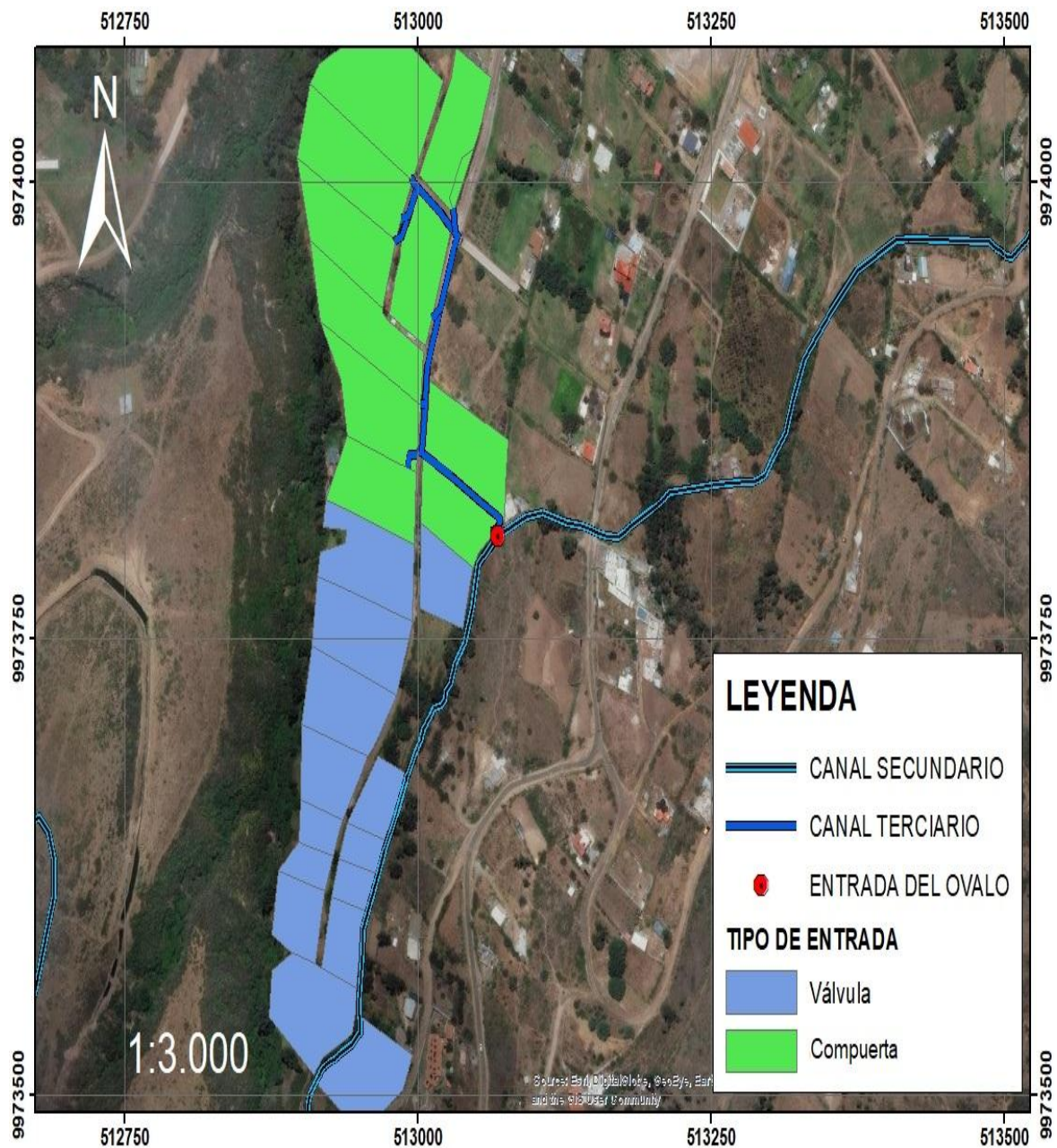


Figura 9. Tipos de Entradas de agua a cada predio

En la Figura 9, se presentan los tipos de entrada en los predios, la entrada por válvula cubre una área de irrigación de 2,58 ha y por la compuerta 3,16 ha.

4.1.4.2. Usuarios

Los usuarios del óvalo 5-7 en su mayoría son pequeños agricultores, ningún usuario cuenta con equipos modernos para realizar actividades de riego, en la totalidad del óvalo se riega por gravedad.

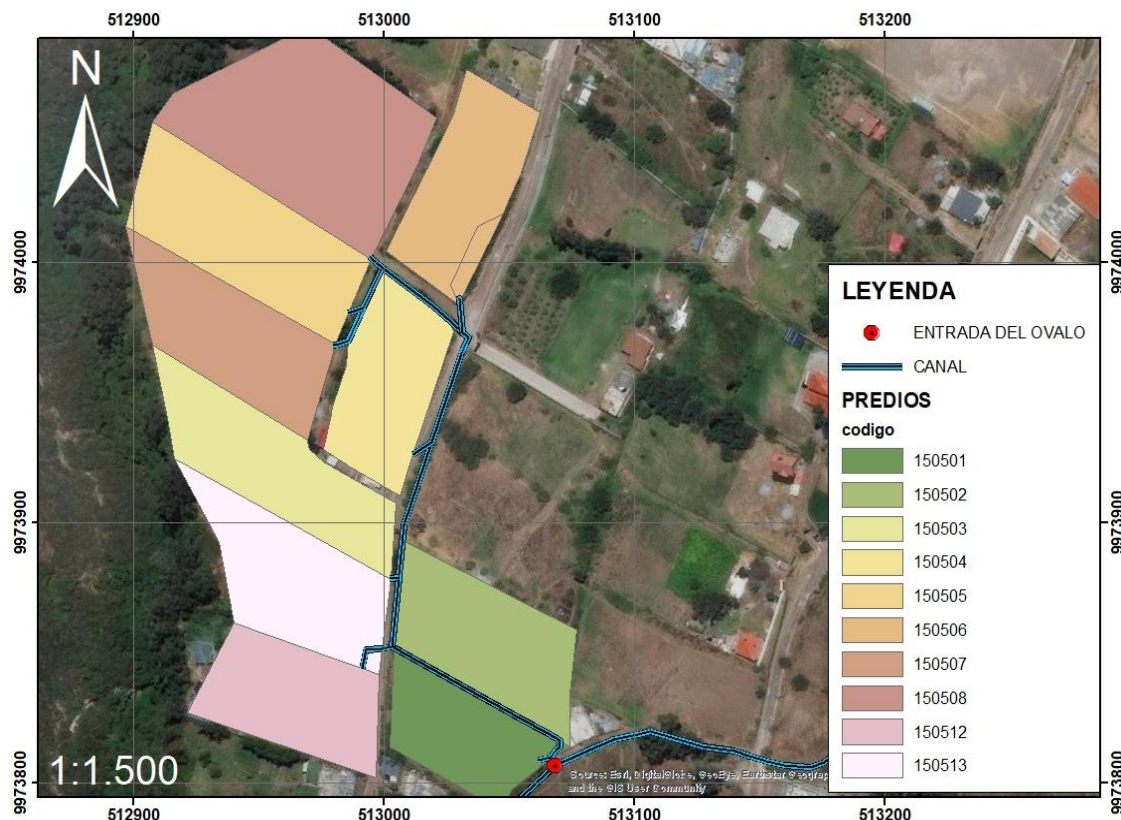


Figura 10. Distribución espacial de los usuarios en el óvalo 5-7.

En la figura 10, se presenta la distribución espacial de los usuarios en el óvalo 5-7 y los códigos de identificación.

4.1.4.3. Organización del óvalo

La organización del óvalo es similar a la organización del ramal ya que los representantes elegidos son usuarios del óvalo, estas personas están encargadas de los mantenimientos, de administrar la elaboración de estructuras hidráulicas dentro del óvalo y de la ejecución de alguna capacitación. Dentro del óvalo se ha determinado que el presidente es la persona encargada en la toma de decisiones con el vicepresidente.

4.1.4.4. Operación del óvalo

La operación de las compuertas del óvalo están dirigidos por la JRT, en este caso, las personas encargadas son los presidentes del óvalo, quien abre la compuerta según los turnos de riego asignados por la JRT. Estas personas toman las decisiones para operar el sistema según la información y reportes que reciben por parte del técnico de la JRT. Además, con base en esa información se realizan cronogramas de mantenimiento para la red de canales terciarios.

4.1.5. Turnos de riego

Los turnos de riego son elaborados por el técnico de la JRT, esta persona define los turnos en base al área determinada en el Catastro. La elaboración de los turnos de riego tiene como objetivo satisfacer la demanda hídrica de los cultivos que se producen en cada predio. Los turnos riego establecidos por la JRT (Anexo 12), se presentan en el cuadro 6, el cual se ha elaborado para un mejor análisis y conocer cómo se opera e influye el operario del óvalo en la apertura y cierre de las tomas de entrega.

Los turnos de riego están basados en dos características: la frecuencia de riego y el tiempo de duración del turno en el día.

Cuadro 6. Calendario mensual de los turnos de riego para el óvalo 5-7.

Código	Usuario	Días del mes														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
150501	Coyago Transito	9							9							
150502	Cuichan Etelvina	10							3	7						
150503	Cuichan Francisca	5								8						
150504	Cóndor Ángel		10							9	1					
150505	Sandoval Isolina		11	6							17					
150506	Palacio Fredy			10							6	4				
150507	Rodríguez José			8	2							10				
150508	Guamán Antonio				9							9				
150509	Guamán Martina				6							1	5			
150510	Pizzitutti Francesco				7	3							10			
150511	Castro José Elicio					11							9	2		
150512	Pérez Vega Agustina					10	1							11		
150513	Cárdenas Rafael						9							9		
150514	Morales José Edison						5							2	3	
150515	Coyago Alicia						9								9	
150516	Moreno Yolanda							5							5	
150517	Pérez José Rafael							10							7	3
150518	Arias Pérez Rebeca							9	1							10
150519	Arellano Santiago								9							9
Horas		24	21	24	24	24	24	24	10	12	24	24	24	24	24	22

En el cuadro 6, se presenta cómo se distribuye el tiempo disponible para el riego en horas, en los recuadros de color amarillo y naranja se presentan el turno de riego de cada usuario, y en la separación de recuadro a recuadro la frecuencia de riego (7 días). En el anexo 12 se presentan los turnos asignados a cada usuario, en los cuales se puede ver la hora de apertura de la compuerta del óvalo.

4.1.6. Uso del suelo

El uso del suelo en el óvalo (cuadro 7), presenta los predios de mayor extensión los cuales producen pasto para la alimentación de vacunos, y los que producen alfalfa para la alimentación de conejos y cuyes. La mayoría de cultivos que se producen en el óvalo son de autoconsumo y solo frutales son cultivos que se comercializan en mercados cercanos o en tiendas.

Cuadro 7. Uso y Cobertura de la Tierra en el óvalo 5-7.

Uso	Tamaño		
	m ²	ha	%
Pasto	18357,14	1,84	69,64
Maíz	1480,55	0,15	5,62
Alfalfa	2648,96	0,26	10,05
Limón	1359,10	0,14	5,16
Aguacates	1169,04	0,12	4,43
Cebolla	366,85	0,04	1,39
Frejol	166,47	0,02	0,63
Misceláneas Frutales	168,15	0,02	0,64
Papas	645,55	0,06	2,45
Total	26361,81	2,64	100,00

En el cuadro 7, el pasto es el cultivo con mayor cobertura, el cual representa el 69,64% del área de estudio. También se identificó cultivos de ciclo corto como maíz, cebolla, fréjol y papas representando el 10,09 % del área estudiada y por último, se identificaron cultivos perennes como el limón, aguacate, misceláneas de frutas y alfalfa, los cuales representan el 15,12% (anexo 11 y figura 11)

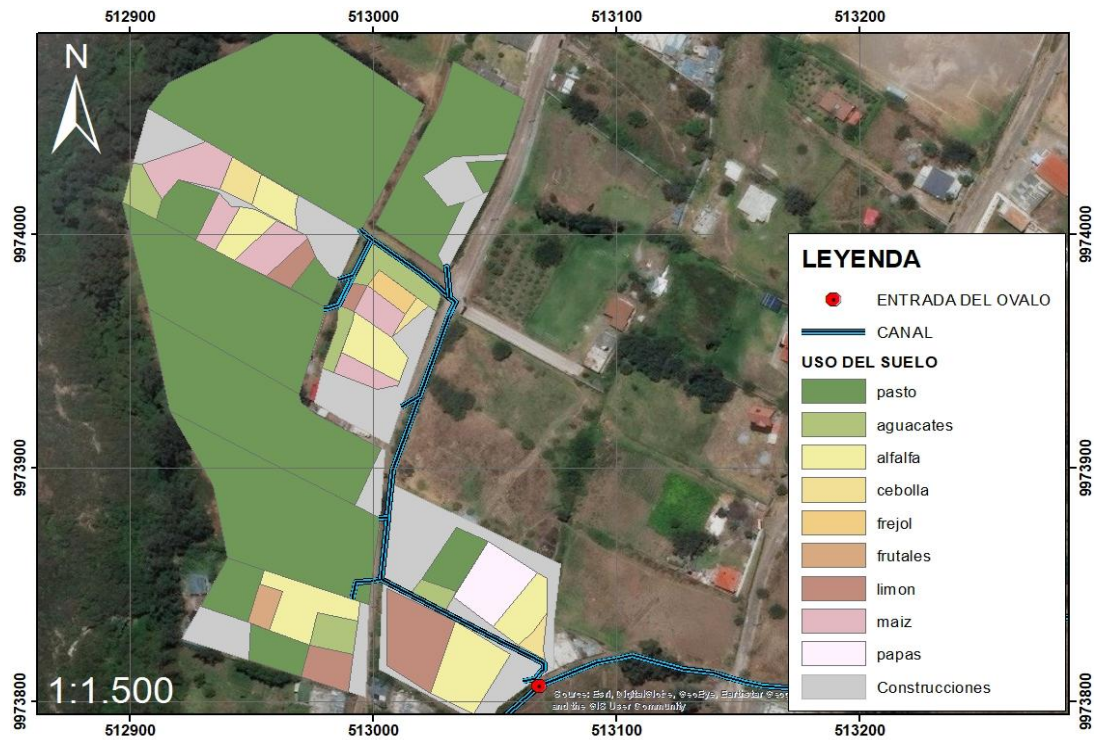


Figura 11. Uso y cobertura del suelo en el óvalo 5-7.

4.2. Eficiencia de conducción

Los caudales aforados en las 3 secciones fueron sugeridas por el operador del ramal, las cuales se eligieron por el acceso y ubicación (figura 12).

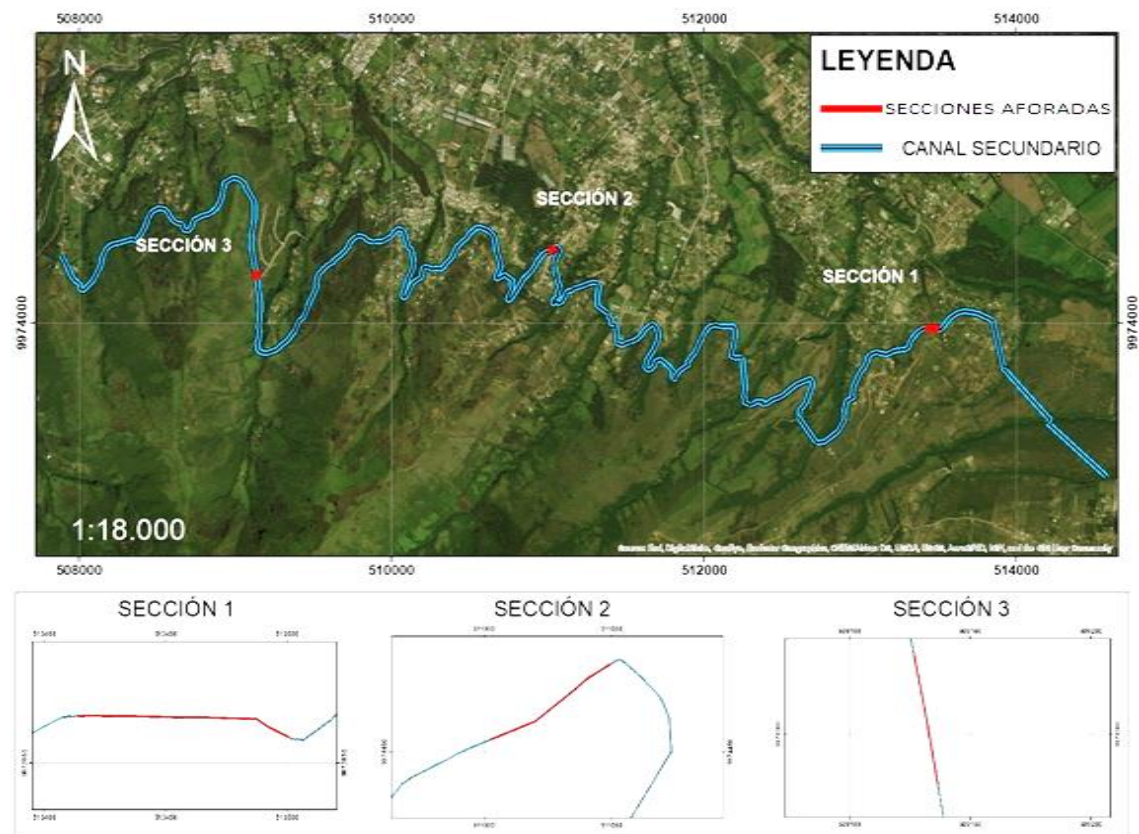


Figura 12. Ubicación de las secciones de medición.

4.2.1. Secciones

En cada sección se levantó información sobre: tipo de sección, material del cauce, estado e infraestructura, esta información se registró en los cuadros 8, 9 y 10.

Cuadro 8. Información de la sección 1.

Ubicación (coordenadas UTM)		Caudal (l s ⁻¹)		Fotografía
Altitud	2511,9	Qi	Qs	
X	791776			
Y	9973955	264,05	223,53	
Zona	17 sur			
Barrio: Lucson		Longitud: 89,13m		

Observaciones: La sección transversal del canal es de cangagua, sin presencia de materiales flotantes, se encontró en la base una capa de aproximadamente de 10 cm de sedimentos, en las paredes se pudo observar algas, así como, se encontró una hilera de árboles en la margen derecha del canal.

Cuadro 9. Información de la sección 2.

Ubicación (coordenadas UTM)		Caudal (l s ⁻¹)		Fotografía
Altitud	2480,5	Qi	Qs	
X	789324			
Y	9974483	178,37	178,37	
Zona	17 sur			
Barrio: Comuna El Cajahual		Longitud: 55,97m		
Observaciones: El canal en esta sección es revestido, sin presencia de materiales flotantes, se evidenció malos olores por la contaminación del agua y sedimentos (arena y pequeñas piedras).				

Cuadro 10. Información de la sección 3

Ubicación (coordenadas UTM)		Caudal (l s ⁻¹)		Fotografía
Altitud	2460	Qi	Qs	
X	787415			
Y	9974270	165,92	120,61	
Zona	17 sur			
Barrio: Pachosalas		Longitud: 55,73m		
Observaciones: El canal en esta sección es no revestido, con presencia de sedimentos (arena y pequeñas piedras), se observó arboles a sus bordes y vegetación nativa, libre de materiales flotantes.				

4.2.2.Efc en el ramal Ilaló

La eficiencia de conducción en el ramal se detalla en los siguientes párrafos.

Cuadro 11. Eficiencia de conducción

Sección	Longitud (m)	Tipo de canal	Caudal (l s ⁻¹)		Efc (%)	Interpretación
			Qi	Qs		
1	89,13	Cangahua	264,05	223,53	84	Media
2	55,97	Revestido	178,37	178,37	100	Alta
3	55,73	Cangahua	165,92	120,61	73	Baja

En la sección 1 se obtuvo una eficiencia del 84%, con un caudal de ingreso de 264,05 l s⁻¹ y de salida de 223,53 l s⁻¹, se caracterizó esta sección por ser un tramo no revestido, en donde las pérdidas por infiltración y evaporación son las principales causantes de una pérdida de 40,52 l s⁻¹ del caudal de ingreso.

En la sección 2 se obtuvo una eficiencia del 100%, se caracterizó esta sección por ser un tramo revestido, en donde las pérdidas por filtración son nulas.

En la sección 3 se obtuvo una eficiencia del 73%, con un caudal de ingreso de 165,92 l s⁻¹ y de salida 120,61 l s⁻¹, reduciendo en la conducción 45,31 l s⁻¹, se caracterizó esta sección por ser un tramo no revestido, en donde las pérdidas por filtración e influenciado por el material del cauce se determinó el 27% de pérdida del caudal de ingreso.

Las pérdidas de caudal en los canales se deben a la falta de mantenimiento y al estado de la infraestructura, es decir, que falta de un mantenimiento periódico se debe a la falta de organización y colaboración física para la ejecución, también la falta de instrumentos para el aforo de caudales ha influido, es decir, no operan las compuertas de manera eficaz por que la demanda hídrica es mayor a la del proyecto, es por ello que se han deteriorado la infraestructuras, por ende afectando directamente la eficiencia de conducción por la debilidad del manejo del sistema por parte JRT.

La principal variable de pérdida de agua es la infiltración, la cual influye en la pérdida del caudal y afectando a la eficiencia de conducción, la infiltración está ligada a la pendiente como indica Pereira *et al.* (2010), la pendiente influye en el escurrimiento lento, percolación y encharcamiento por ende se vio influenciado la sección 1 y 3 ya que la pendiente presentada en estas secciones no es mayor al 2% de inclinación.

La Efc en tramos no revestidos tienen valores del 73 y 84%, los cuales se encuentran dentro de los valores recomendados por la FAO (1989) y Halcrow *et al.* (1992).

La Efc medida en la sección 2 se encuentra dentro de los rangos recomendados por la FAO (1989) y Halcrow *et al.* (1992).

En las 3 secciones del ramal se determinó una disminución del caudal, empezando con $264,05 \text{ l s}^{-1}$ en la primera sección y terminando $120,61 \text{ l s}^{-1}$ en la tercera sección, causado por la derivación del agua a los óvalos.

4.3. Eficiencia de distribución

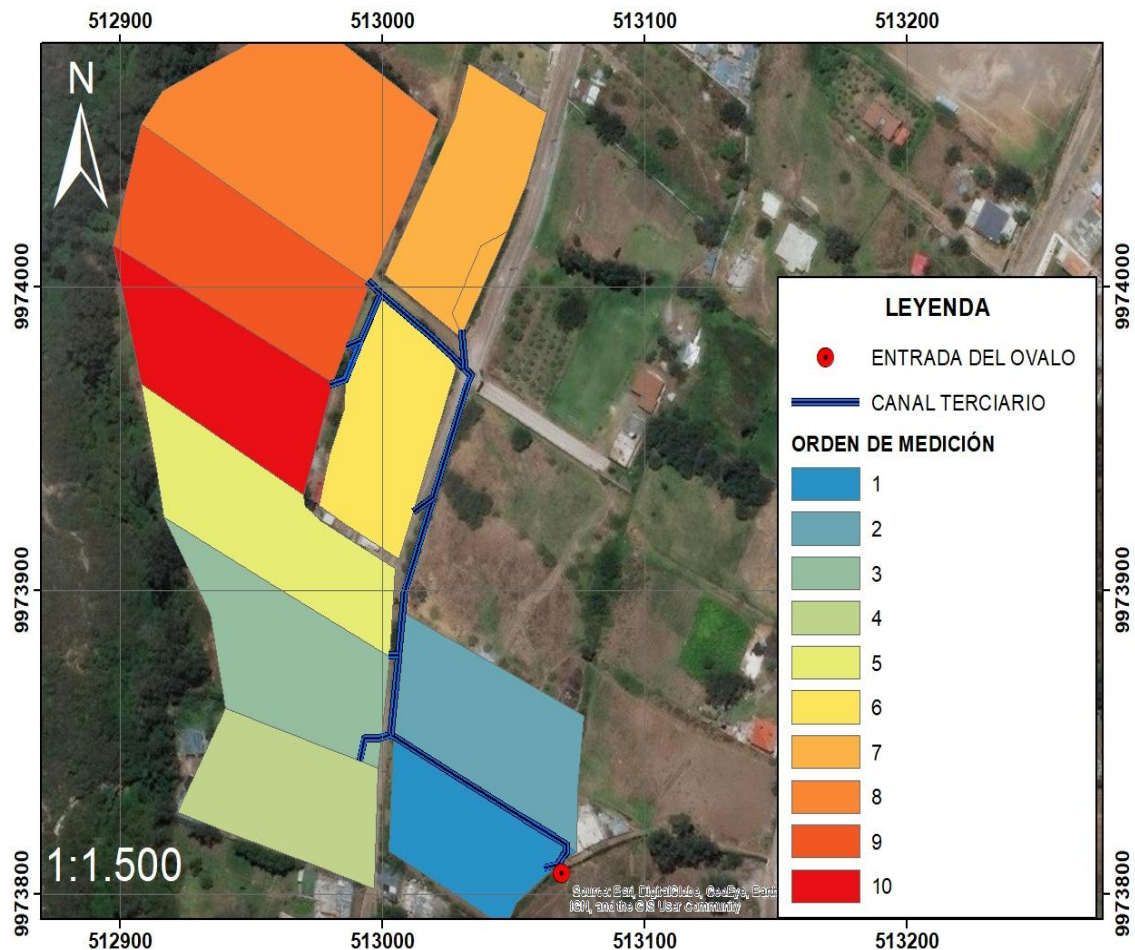


Figura 13. Orden de medición de caudales de entradas a los predios.

En la figura 13, se presenta el orden de la medición de caudales de entrada a cada predio partiendo desde el óvalo, respetando el orden del turno de riego.

4.3.1. Eficiencia de conducción en el óvalo

En el cuadro 12, se presenta la eficiencia de conducción, la cual disminuye paulatinamente conforme se incrementa la longitud desde el óvalo. Para el primer usuario se registró una E_{fc} del 94,37% y para el último usuario una E_{fc} del 34,39%, siendo la E_{fc} promedio del 63,05%, clasificada como Media.

Cuadro 12. Eficiencia de conducción en el óvalo

ENTRADA DE MEDICIÓN	Orden	Caudal (l s ⁻¹)	Efc		Interp.	Efc (%)
			%			
INGRESO AL ÓVALO	0	9,17	1,00	100,00		63,05
COYAGO CABASCANGO MARÍA TRANSITO	1	8,65	0,94	94,37	Alta	
CUICHAN GONZALEZ MARÍA ETELVINA	2	7,17	0,78	78,21	Media	
CARDENAS CARDENAS RAFAEL RAMÓN	3	6,47	0,71	70,53	Media	
PÉREZ VEGA AGUSTINA	4	6,24	0,68	68,05	Media	
CUICHAN GONZALEZ MARÍA FRANCISCA	5	6,01	0,66	65,58	Media	
CÓNDOR SIMBAÑA ANGEL	6	5,35	0,58	58,35	Baja	
PALACIO MORENO FREDY	7	5,13	0,56	55,97	Baja	
GUAMÁN GUALPA ANTONIO	8	4,92	0,54	53,68	Baja	
SANDOVAL SINCHIGUANO CIPRINA ISOLINA	9	4,71	0,51	51,40	Baja	
RODRÍGUEZ VEGA JOSÉ	10	3,15	0,34	34,39	Baja	

La *Efc* para los 5 últimos usuarios fue baja o pobre, media para los 4 usuarios ubicados en la mitad del óvalo y alta para el primer usuario; la pérdida de caudal desde el óvalo hasta el último usuario fue de 6,02 l s⁻¹, debido a que el canal no era revestido, filtración, fugas a través de las compuertas, basura y falta de mantenimiento en el canal.

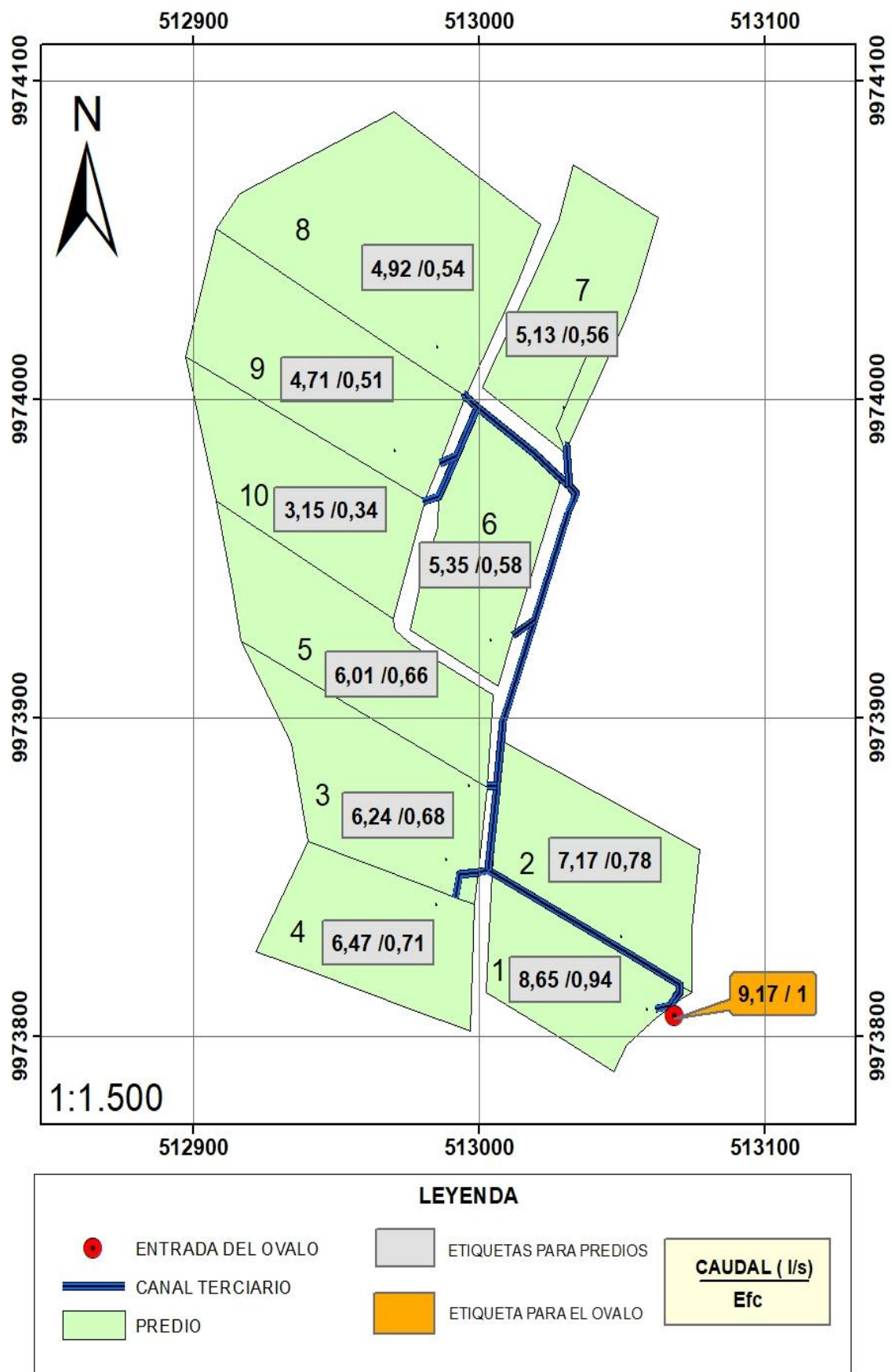


Figura 14. Distribución espacial de caudales y Efc.

En la figura 14, se observa que el último usuario es el más alejado desde el óvalo. El caudal de ingreso en el óvalo fue de $9,17 \text{ l s}^{-1}$ mientras que para el usuario en estudio, el caudal fue de $3,15 \text{ l s}^{-1}$, perdiéndose $6,02 \text{ l s}^{-1}$ en el trayecto.

La operación del sistema ha determinado una eficiencia baja para el último usuario, esto se debe a errores cometidos por el operario en el óvalo, es decir, esta persona no tiene un programa que interprete las pérdidas de agua de acuerdo al estado de la red, encontrándose que el volumen de agua que se deriva al óvalo es mayor a lo que puede conducir el canal, por lo tanto, las pérdidas por fugas por el paso de un caudal mayor al que la infraestructura pueda transportar ha causado el taponamiento en ciertos sectores del canal; según Palacios-Vélez (1991), el manejo del sistema influye directamente con el volumen que circula por la red, es decir, si no existe un programa que considere factores de pérdidas que varían de acuerdo al estado de la red, se desarrolla inconformidad en los usuarios por falta o exceso de agua, las variaciones de carga hidráulica sobre la compuerta propician desperdicios de agua en la red, no solamente la estimación de pérdidas de agua influyen, también se ha visto que la falta de conocimiento en aforo de caudales por el operario del óvalo ha influido en directamente en el nivel de manejo.

La Efc promedio fue del 63,05%, clasificada como media, según los resultados obtenidos por Cañar & Calvache (2006), determinaron una Efc del 51,3 % en el óvalo 17 con una longitud de 1000 m aproximadamente hasta el último usuario, los valores que se presentan se diferencian por el área que cubre cada óvalo, las características de los dos escenarios son similares por tener el mismo tipo de canales en la red conducción hasta el último usuario.

4.3.2.Eficiencia de distribución en el óvalo

La Efd se basa a un análisis de uniformidad de distribución, es decir, según la distribución del volumen por hectárea se debe establecer con un 20% de variabilidad, considerando un 80% una Efd razonable en un sistema de riego.

La Efd promedio fue del 44.5%, clasificada como baja; el volumen mayor fue de $1845,62 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y el menor de $300,64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Cuadro 13).

En el cuadro 13, se presentan los volúmenes entregados a cada usuario, el turno de riego (Turno) definido por la JRT, la frecuencia de riego (Fr), el caudal de entrada a cada usuario y el área de cada predio.

Cuadro 13. Eficiencia de distribución en el óvalo

No.	Usuario	Área (ha)	Caudal (l s ⁻¹)	Turno (h)	Fr (días)	V (m ³)	V/S (m ³ ha ⁻¹)	Mayor a menor
1	COYAGO CABASCANGO MARÍA	0,152	8,65	9	7	280,40	1845,62	1845,62
2	CUICHAN GONZALEZ ETELVINA	0,162	7,17	9	7	232,40	1434,74	1434,74
3	CARDENAS CARDENAS RAFAEL	0,312	6,47	9	7	209,55	670,75	1174,85
4	PÉREZ VEGA AGUSTINA	0,210	6,24	11	7	247,14	1174,85	1127,99
5	CUICHAN GONZALEZ FRANCISCA	0,300	6,01	8	7	173,20	577,35	1026,79
6	CÓNDOR SIMBAÑA ANGEL	0,171	5,35	10	7	192,63	1127,99	859,33
7	PALACIO MORENO FREDY	0,215	5,13	10	7	184,77	859,33	670,75
8	GUAMÁN GUALPA ANTONIO	0,531	4,92	9	7	159,51	300,64	577,35
9	SANDOVAL SINCHIGUANO CIPRINA	0,281	4,71	17	7	288,48	1026,79	376,13
10	RODRÍGUEZ VEGA JOSÉ	0,302	3,15	10	7	113,53	376,13	300,64
							Promedio	939,42
							V. 25%	418,04
							Efd (%)	44,50

4.4. Sobre y sub irrigación

La determinación de sobre o sub irrigación se estableció mediante un balance hídrico por predio, mediante el cual se determinó la demanda hídrica mensual, el tiempo de riego necesario para cubrir la demanda hídrica de los cultivos. En el cuadro 14 se presenta el análisis de sub y sobre irrigación en base al tiempo de riego asignado con el calculado. En la figura 15 se presenta la distribución espacial de cada predio, influido

por la operación del sistema en la distribución del agua, causando exceso y déficit en los cultivos.

La sobre irrigación dentro del óvalo fue del 60% considerando el mes más seco (agosto) y durante los 11 meses restantes se presenta sobre irrigación en todos los usuarios. Sub irrigación se presentó en un 30% de los usuarios y solo un 10% de los usuarios reciben la cantidad de agua necesaria para cubrir los requerimientos hídricos de los cultivos.

Cuadro 14.Sobre y sub irrigación en el óvalo 5-7.

No.	Código	CONSUMIDOR	Caudal (l s ⁻¹)	Turno (h)	Tr Calculado (h)	CONDICIÓN
1	150501	Coyago Cabascango María	8,65	9	3,46	Sobre Irrigación
2	150502	Cuichan González Etelvina	7,17	9	3,8	Sobre Irrigación
3	150513	Cárdenas Cárdenas Rafael	6,47	9	9,22	Óptimo
4	150512	Pérez Vega Agustina	6,24	11	6,67	Sobre Irrigación
5	150503	Cuichan González Francisca	6,01	8	9,52	Sub Irrigación
6	150504	Cóndor Simbaña Ángel	5,35	10	5,87	Sobre Irrigación
7	150506	Palacio Moreno Fredy	5,13	10	7,99	Sobre Irrigación
8	150506	Guamán Gualpa Antonio	4,92	9	20,57	Sub Irrigación
9	150508	Sandoval Sinchiguano Ciprina	4,71	17	11,07	Sobre Irrigación
10	150505	Rodríguez Vega José	3,15	10	18,27	Sub Irrigación

En el cuadro 15, se observa una diferencia entre el turno de riego y el tiempo de riego calculado, lo cual origina sobre o sub irrigación.

La determinación de la condición de sub o sobre irrigación ha mostrado como ha influido directamente la gestión del riego por JRT, por ende la junta debe lograr cumplir con una distribución equitativa como menciona ciertas leyes a nivel estatal y provincial, esto no se ha logrado cumplir por el cambio permanente del directorio de la junta, por ende no se logra tener un directorio en el cual considere los elementos necesarios para lograr corregir problemas que afecta Efc y Efd, ya que están son las únicas medidas para lograr evidenciar los problemas de inequidad de agua, es por ello que un directorio debe fortalecer el conocimiento en el manejo del sistema para así lograr poner en una igual condición de riego a todos los integrantes de sistema de riego.

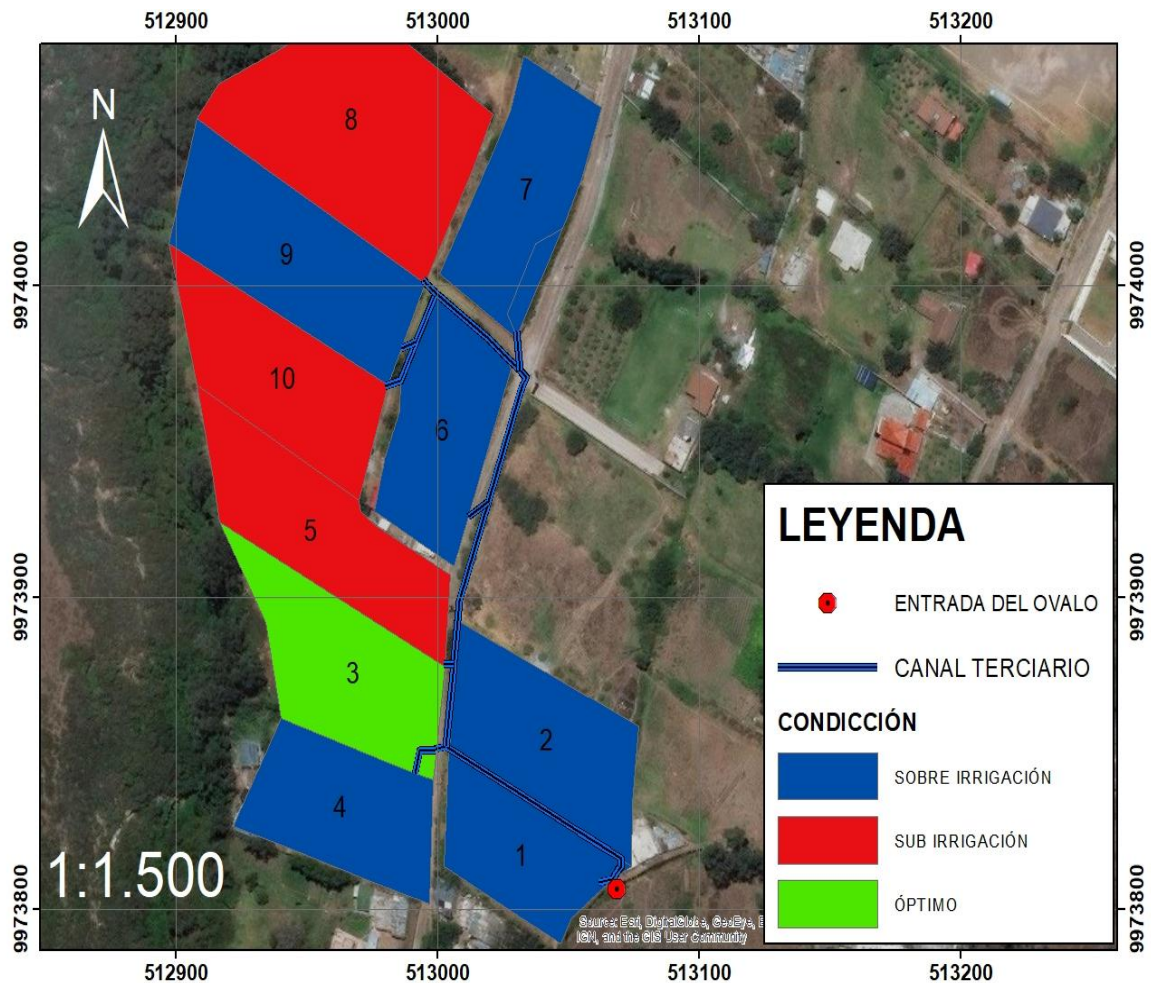


Figura 15. Sub y sobre irrigación del mes seco (agosto)

4.4.1. Análisis individual de sub o sobre irrigación

La sub y sobre irrigación demuestra cómo ha influido la distribución del agua en el óvalo, por lo que se presenta un análisis por cada usuario comparando tiempo necesario de riego (Anexo 16) con el tiempo asignado.

Usuario 150501

El usuario 150501, durante todos los meses del año recibe un exceso de agua (Gráfico 5); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivos en el mes de agosto fue de 3H30, sin embargo, el turno de riego es de 9 horas, presentándose un exceso en la entrega del agua de 5H30. El turno asignado de 9 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso durante todo el año, siendo más crítico en los meses de marzo, abril y octubre, con un 900% de exceso.

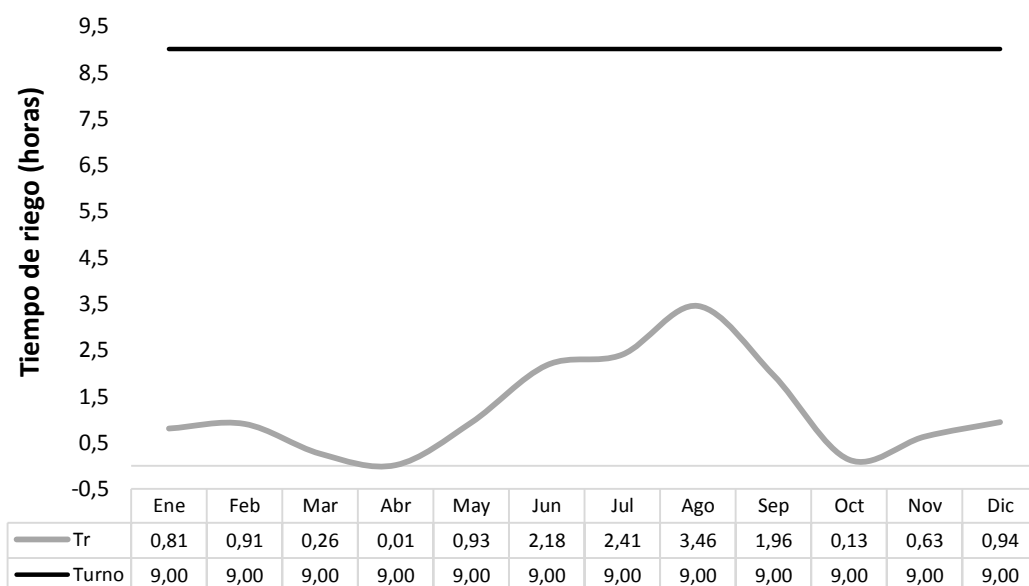


Gráfico 5. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150501).

Usuario 150502

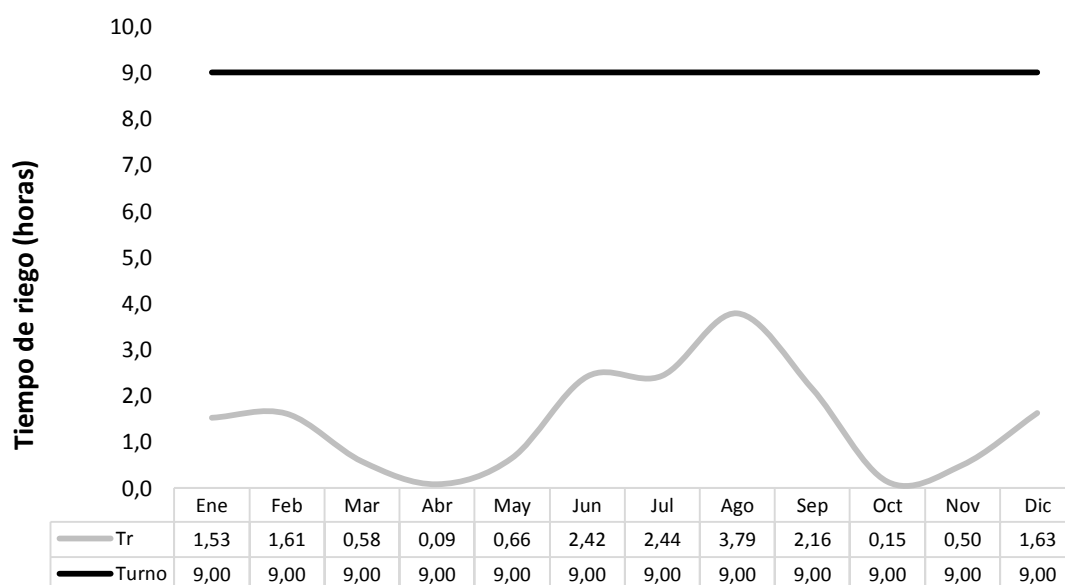


Gráfico 6. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150502).

El usuario 150502, durante todos los meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 6); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivos en el mes de agosto es de 4 horas, sin embargo, el turno de riego es de 9 horas, presentándose un exceso en la entrega del agua de 5 horas. El turno asignado es 9 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso todo el año, siendo más crítico en los meses abril y octubre, con un 900% de exceso.

Usuario 150513

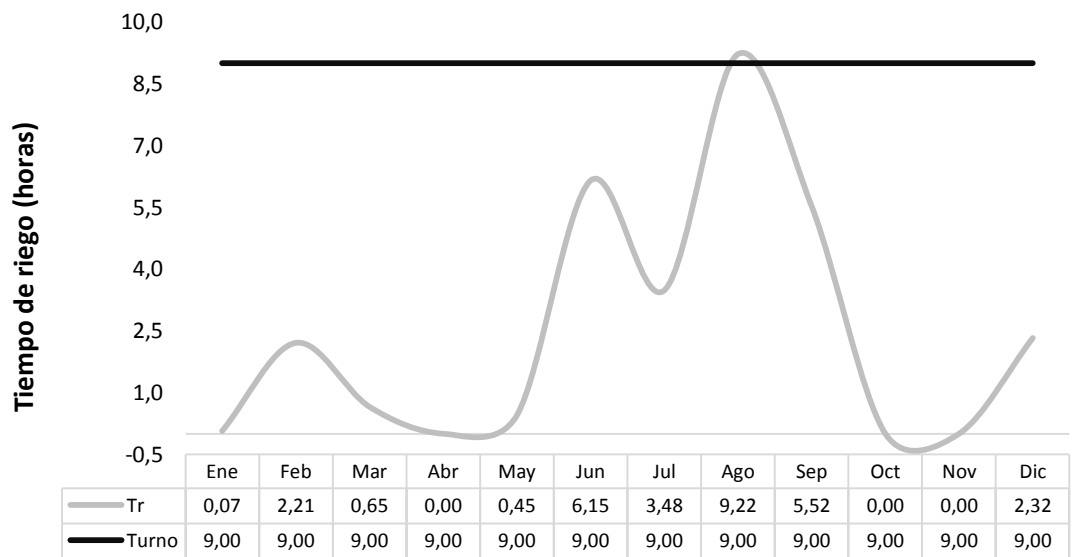


Gráfico 7. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150513).

El usuario 150513, es el único usuario que recibe el volumen de agua necesario para el mes de agosto (Gráfico 7); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica del cultivo en el mes de agosto es 9 horas, lo tanto el turno asignado es de 9 horas por lo que se cubre la necesidad hídrica de los cultivos de este usuario. El turno asignado es 9 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso 11 meses del año, siendo más crítico en los meses abril, mayo, octubre y noviembre, con un 900% de exceso.

Usuario 150512

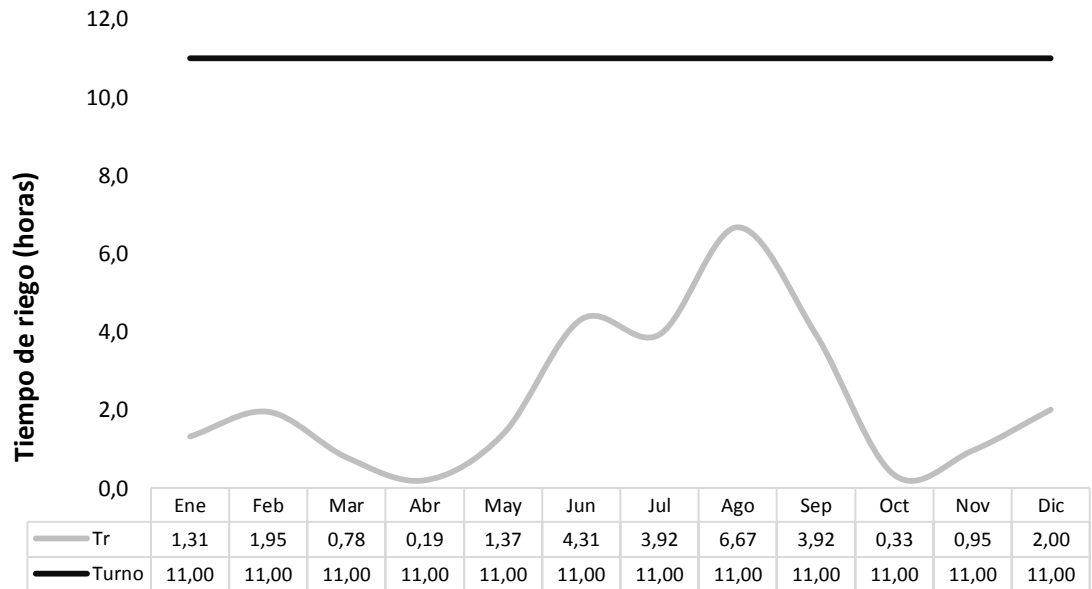


Gráfico 8. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150512).

El usuario 150512, durante todo los meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 8); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto es de 7 horas, sin embargo el turno de riego es de 11 horas, presentándose un exceso

en la entrega del agua de 4 horas. El turno asignado es 11 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso todo el año, siendo más crítico en los meses marzo, abril, octubre y noviembre, con un 1100% de exceso.

Usuario 150503

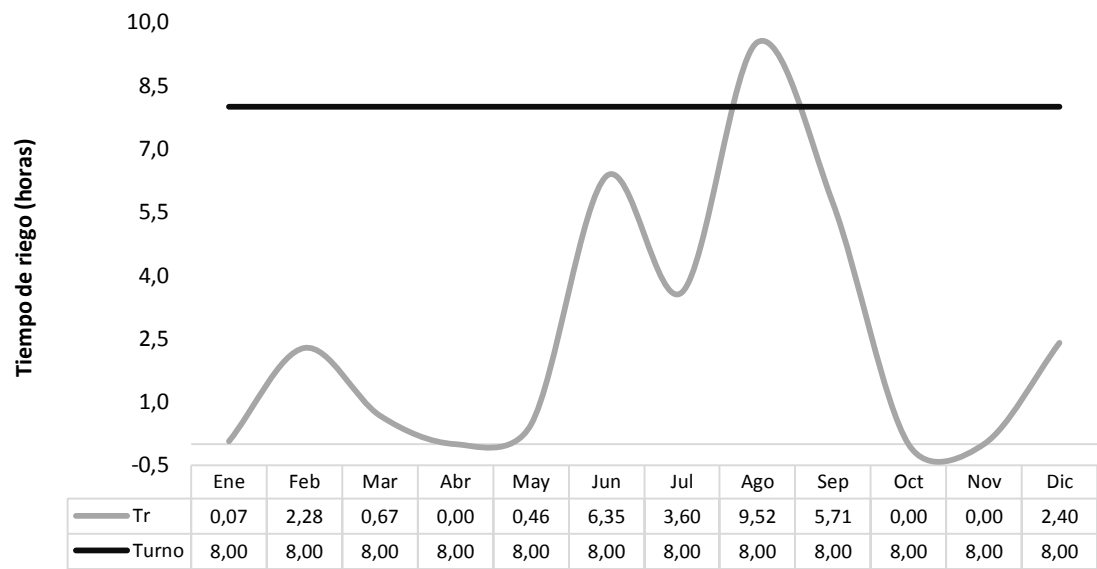


Gráfico 9. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150503).

El usuario 150503, durante todo los meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 9); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto es de 10 horas, sin embargo el turno de riego es de 8 horas, presentándose un déficit en la entrega del agua de 2 horas. El turno asignado es 8 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso durante 11 mes el año pero siendo más crítico los meses enero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre, con un 800% de exceso.

Usuario 150504

El usuario 150504, durante todos los meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 10); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto fue de 6 horas, sin embargo el turno de riego es de 10 horas, presentándose un déficit en la entrega del agua de 4 horas. El turno asignado es 10 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso todo el año, siendo más crítico en los meses de marzo, abril y octubre, con un 1000% de exceso.

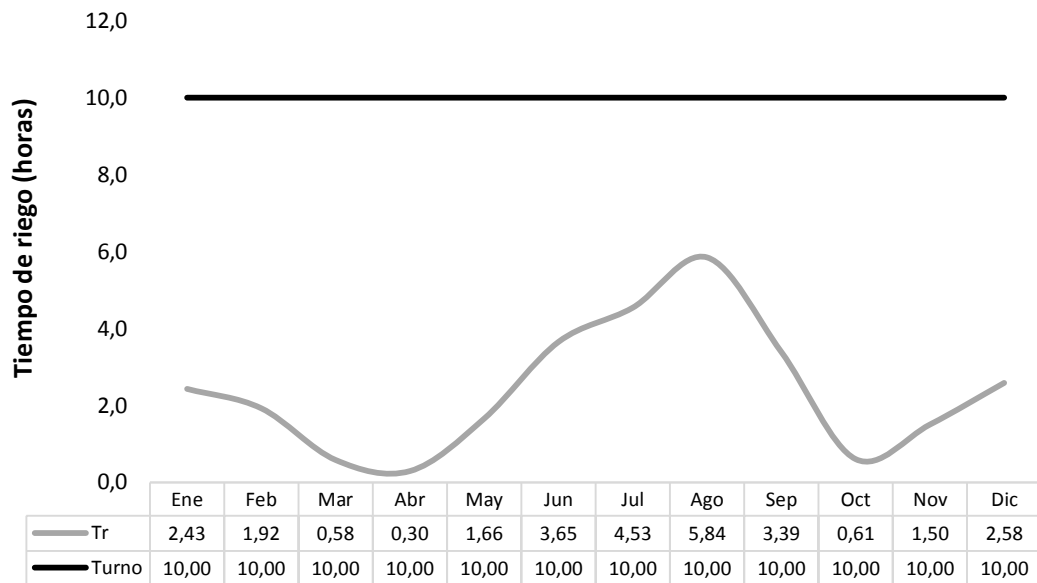


Gráfico 10. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150504).

Usuario 150506

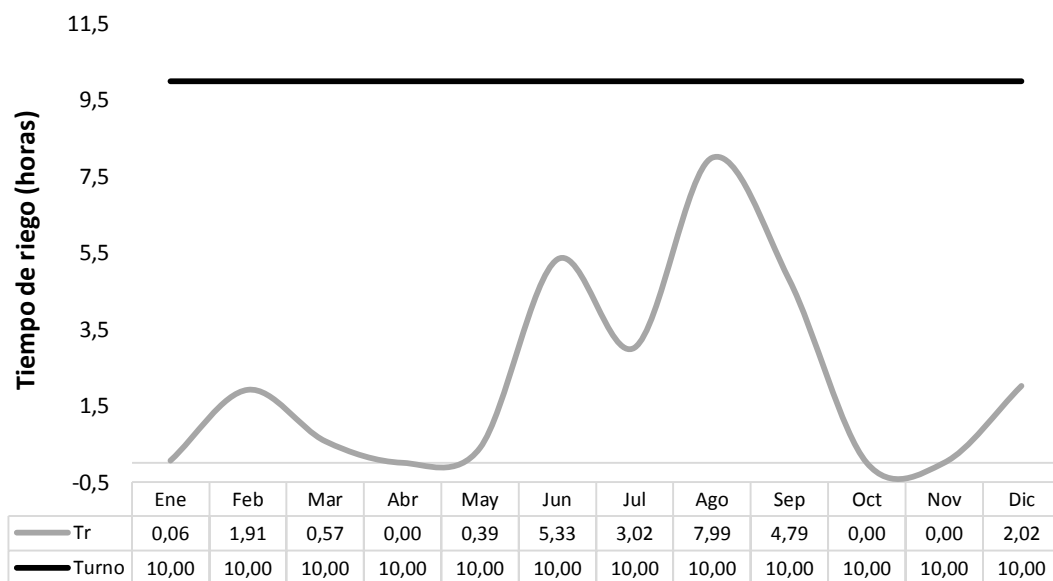


Gráfico 11. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150506).

El usuario 150506, durante todo los meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 11); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto es de 8 horas, sin embargo el turno de riego es de 10 horas, presentándose un exceso en la entrega del agua de 2 horas. El turno asignado es 10 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso durante todo el año, siendo más crítico en los meses de enero, marzo, abril, mayo, octubre y noviembre, con un 1000% de exceso.

Usuario 150508

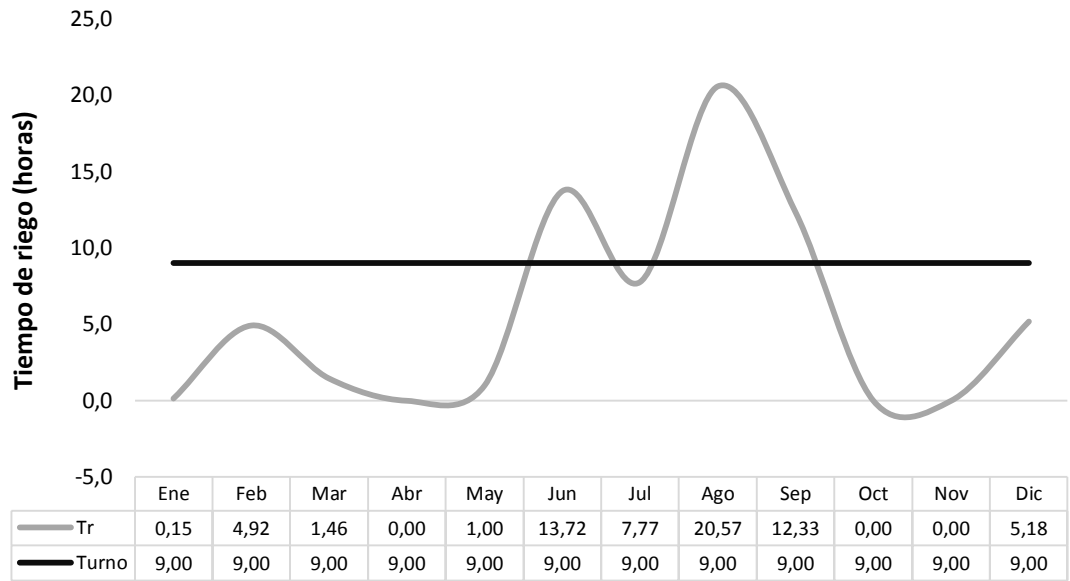


Gráfico 12. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150508).

El usuario 150508, durante los 8 meses del año recibe en exceso de agua (Grafico 12); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto fue de 21 horas, sin embargo el turno de riego es de 9 horas, presentándose un déficit en la entrega del agua de 12 horas. El turno asignado es 9 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el déficit de agua se presenta para tres meses en el año (junio, agosto y septiembre), con el 137 a 228% menos del agua que necesitan los cultivos. El exceso de agua recibido en el año es de 9 meses, siendo más crítico los meses de enero, abril, octubre y noviembre, con un 900% de exceso.

Usuario 150505

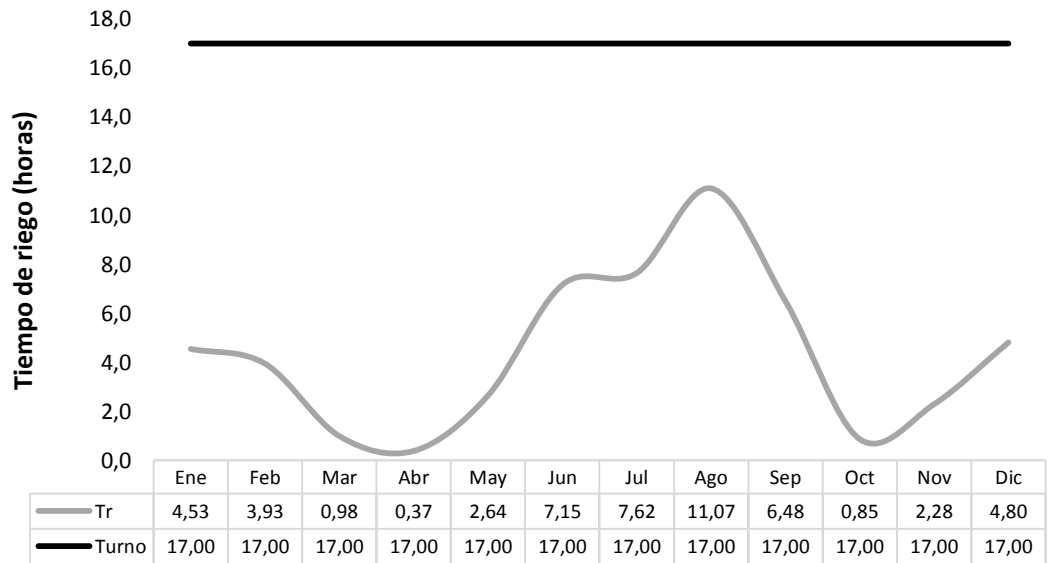


Gráfico 13. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario150505).

El usuario 150505, durante todos los meses del año recibe en exceso el agua (Gráfico 13); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto fue de 11 horas, sin embargo el turno de riego es de 17 horas, presentándose un exceso en la entrega del agua de 7 horas. El turno asignado es 17 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el usuario recibe en exceso todo el año, siendo más crítico en los meses de marzo, abril, mayo y octubre, con un 17000% de exceso.

Usuario 150507

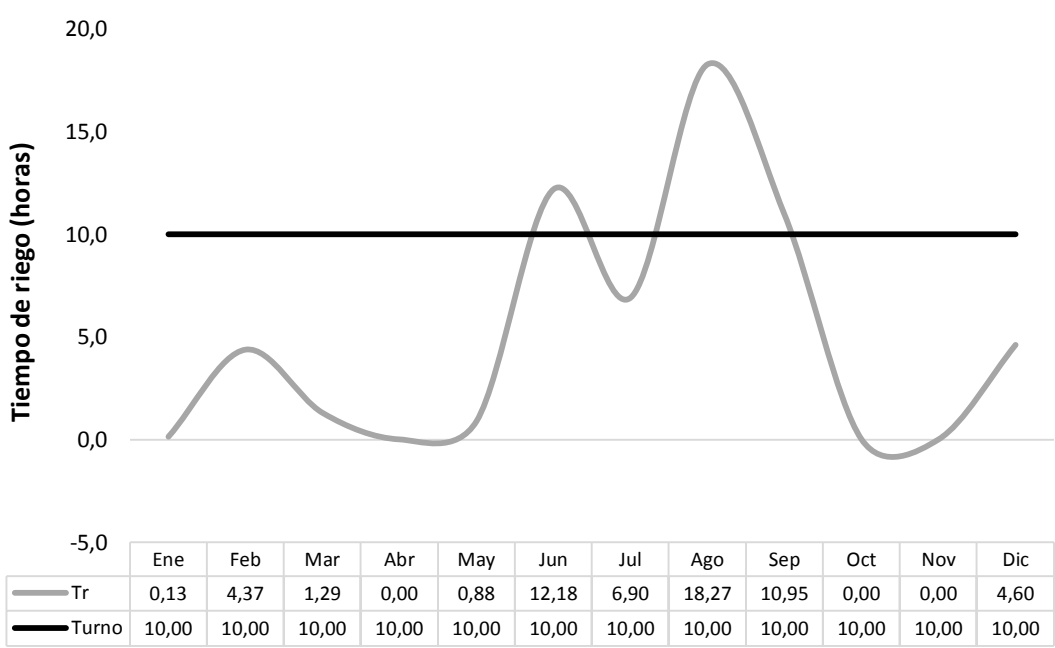


Gráfico 14. Tiempo de riego calculado – tiempo de riego asignado (Usuario 150507).

El usuario 150507, durante los 8 meses del año recibe en exceso de agua (Gráfico 14); el tiempo de riego para cubrir la demanda hídrica de los cultivo en el mes de agosto fue de 18 horas, sin embargo el turno de riego es de 10 horas, presentándose un déficit en la entrega del agua de 8 horas. El turno de riego asignado es 10 horas durante los 365 días del año, al no existir una regulación en la entrega del agua (ajuste del tiempo de riego), el déficit de agua se presenta para junio y agosto, con un 121 y 183% menos de la necesidad de agua de los cultivos, el usuario recibe en exceso durante 9 meses en el año, siendo más crítico en los meses de enero, abril, octubre y noviembre, con un 1000% de exceso.

4.5. Influencia de la operación en la distribución del agua

La operación y manejo de un sistema de riego está conformado por tres pilares fundamentales: Junta de Regantes, infraestructura y consumidores (Figura 16).

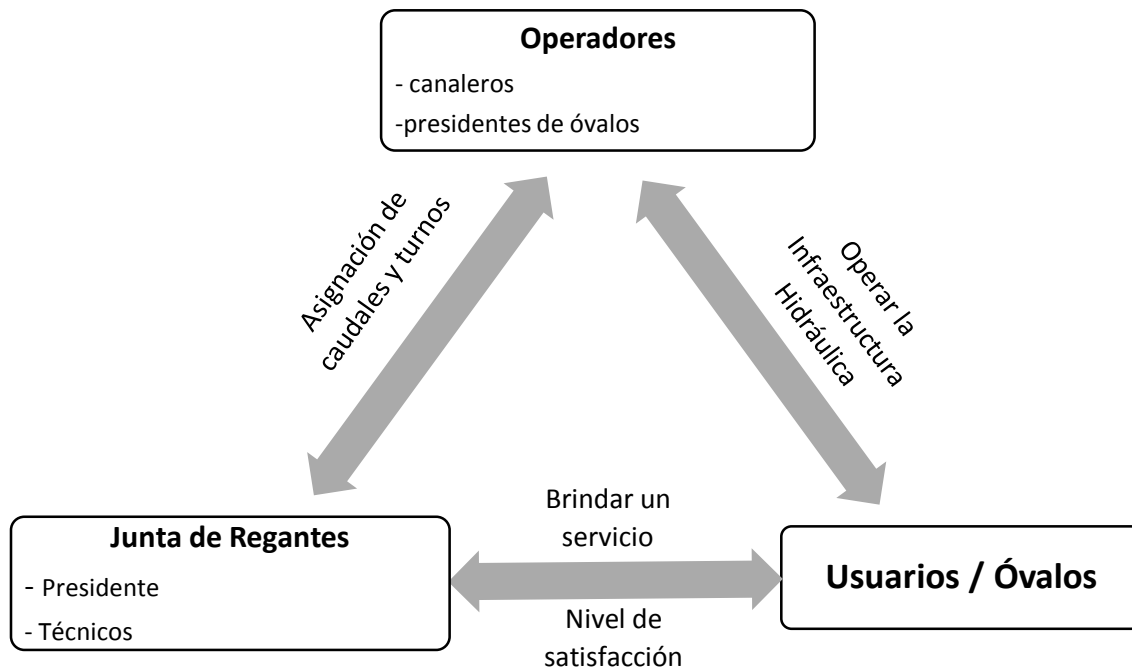


Figura 16. Triángulo de variables sociales del sistema de riego.

4.5.1. Junta Regantes de Tumbaco

La JRT es la encargada de administrar y gestionar el Sistema de Riego Tumbaco, al ser la entidad que se encarga de brindar un servicio que en este caso es el agua de riego, ha determinado una tarifa por el área que se va irrigar, asignando un turno de riego para cada usuario, logrando así dar el cumplimiento de las leyes, por el cual asigna un derecho de agua con los principios de equidad y sostenibilidad, por ende pondrá en igual condición a todos los usuarios.

La JRT está en toda la disposición de brindar un servicio eficaz y eficiente, esto debe hacerlo mediante la ayuda de sus departamentos de ingeniería, agronomía y otros, pero al carecer de estos departamentos y solo estar a disposición de un técnico en la administración de los turnos de riego, caudales y otros temas, el servicio prestado es deficiente, esto se mostrando una Efd del 44,50%, siendo así el caso que la JRT no ha logrado fortalecer su gestión en el manejo en un corto plazo, es decir que el cambio permanente del directorio no logra equilibrar la gestión ni la administración, por ende tampoco logra cumplir con sus atribuciones puestas en el Art. 47 de la LORHUyA (2014).

La falta de conocimiento técnico ha influido en una mala operación del sistema de riego, causando así el deterioro de los canales y con ello una mala distribución del agua, la falta de reajuste de los turnos de riego produce un desperdicio del recurso agua. El reajuste de los turnos permitirá reducir el deterioro de la redes de canales tanto a nivel de ramal como de óvalos, por ende si se toma acciones en el reajuste de los tiempos de riego se logrará darle un manejo sustentable y sostenible al agua, es por ello que si logra uniformizar la distribución del agua se cumplirá con el Art 12 de la LORHUyA (2014)

4.5.2. Operarios

Estas personas son las encargadas de abrir las compuertas en cada ramal y óvalo, conduciendo el agua por el canal secundario hasta llegar a los óvalos para entregar un

caudal y volumen, el cual se regula mediante compuertas. Cada compuerta de cada óvalo regula la demanda hídrica de los usuarios, la persona que se encarga de regular el paso del agua mediante los turnos de riego es el presidente del óvalo.

Los operarios carecen de instrumentos como son las regletas, la falta de conocimientos e instrumentos influyen en la mala operación y distribución del agua, ya que no pueden medir el paso del caudal por la compuerta del ramal o del óvalo.

Los operarios son las principales personas encargadas de lograr reducir el deterioro de la infraestructura ya que mediante sus labores determinan el paso de oferta del agua al ramal, es por ello que la JRT debe capacitar a sus operadores con un objetivo de uso racional, sustentable y sostenible del agua para lograr cumplir con Art. 83 de la constitución política (2008).

4.5.3. Infraestructura

La infraestructura que conforma el sistema de riego Tumbaco en su mayoría son canales en tierra, estructuras de partición de caudales construidas en 1947, estructuras de entrega de caudales en el óvalo no adaptadas a la zona del proyecto y tomas de entrega poco seguras.

La regulación de las compuertas debe contar con un plan de operación anual, en cual se derive de un ordenamiento territorial en el cual tenga prioridad las zonas productivas, y posterior las zonas periurbanas. Mediante el plan de operación se logrará equilibrar un manejo adecuado del recurso cumpliendo así con la ley, el uso sostenible, sustentable del agua y regular la demanda por medio de la regulación del cambio de uso del suelo definirá una gestión integral.

4.5.4. Usuarios

Los usuarios son agricultores que han adquirido un derecho de agua, es decir, tienen un derecho activado el cual con el tiempo pasa a ser un derecho materializado por las actividades que realizan por el mejoramiento del sistema.

Mediante entrevistas se logró obtener información sobre su conformidad con el servicio y aspectos que han cambiado dentro del óvalo, dentro de eso está el cambio de uso del suelo por la urbanización.

Siete de cada diez usuarios indicaron estar conformes con el servicio, estas personas son dueñas de predios que cuentan con un exceso de agua. Una de estas personas indica: *“estoy conforme con el servicio porque siempre que necesito agua tengo, pero la falta de calendarios para sembrar causa problemas en el verano porque no nos da agua suficiente y se nos muere el cultivo”*.¹

Como se menciona está conforme con el servicio para determinados meses del año, pero la falta del reajuste de los caudales es motivo de inconformidad debido a que invierten dinero en sus cultivos y la pérdida de estos recursos económicos ha hecho que las personas eviten sembrar y se dediquen al cultivo de pastos.

La mala distribución del agua en época seca causa la inconformidad de los usuarios, tres de cada diez usuarios son personas que han abandonado la agricultura por la falta de agua y uno de ellos ha pedido renunciar al servicio.

¹ Entrevista a Usuarios del óvalo 5-7 (12/12/2018)

Los derechos de agua dentro del óvalo son compartidos entre vecinos: *“cuando mi turno no logra regar mi terreno le pido al vecino una o dos horitas para terminar de regar y el me las sede por unas horas cuando el necesite”*.¹ La falta de agua en algunos usuarios se debe a una mala distribución por lo que, los usuarios que tienen un exceso de agua seden su turno a los que les hace falta, para evitar perder sus cultivos, siendo necesario que la JRT reajuste el catastro y los turnos de riego para optimizar la entrega del agua.

Uno de los últimos consumidores sostuvo: *“no puedo entrar a limpiar la acequia y llevar el agua, porque mi vecina es mayor y me escapa a dar con el palo por entrar a hacer la limpieza”*.¹

La falta de autoridad por parte de la presidenta del óvalo para la realización de los mantenimientos ha afectado a la reducción de la eficiencia de conducción y de distribución del agua.

Otros problemas son la falta de conciencia de los moradores, personas que están construyendo ingresan material a sus propiedades y este tapa los canales por lo que cierran el paso del agua, siendo afectados los usuarios: *“el vecino está construyendo y tapó la acequia metiendo material para su construcción y ya es 15 días y no destapa”*.¹

La falta de organización y autoridad de la presidenta del óvalo ha causado que pasen algunos usuarios sin agua por días y el deterioro de los canales, la falta de inspecciones por el canalero a nivel de óvalos causa problemas como el que se ha mencionado.

No solamente la falta de organización y mantenimiento ha causado varios problemas en la eficiencia del sistema, también se ha visto que el abandono de los terrenos y la construcción de casas han cambiado las condiciones del sistema por lo que es necesario reajustar las estructuras hidráulicas y actualizar el catastro, para lograr determinar lo más exacto posible la demanda hídrica de cada óvalo.

4.5.5. Gestión del sistema de riego

4.5.5.1. Organización

En el óvalo se establece un sistema pequeño de mantenimiento, que abastecen a pocos usuarios, pueden arreglárselas con una organización simple y llevar a cabo todas las tareas con la colaboración de los miembros del óvalo. Por lo general, no usan personal contratado; los directivos como presidente, vicepresidente, tesorero y secretario se escogen entre la comunidad por selección y elección.

Dentro del ramal se establece un sistema mediano, multicomunitarios, requieren de personal calificado y especializado para la realización de tareas de mantenimiento y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, el personal que pueda asistir a los mantenimientos cotidianos son los usuarios del ramal y si es necesario la contratación temporal de personal para construir o mejorar el sistema de riego.

La organización del JRT debe fundamentar en un marco legal claro, en cual se especifique atribuciones de los operarios, los derechos de agua de los usuarios y los niveles de descentralización a nivel del sistema de riego. Esto lograr determinar una buena gobernabilidad del agua (Water Partnership Global, 2009).

¹ Entrevista a Usuarios del óvalo 5-7 (12/12/2018)

4.5.5.2. Operación

Las estructuras hidráulicas son manejadas por los operarios designados por JRT, dentro del ramal es manejado por el señor canalero, el cual está encargado de abrir la compuerta hasta un nivel asignado por el técnico a cargo en la JRT y en el óvalo por el presidente.

La JRT está a cargo de la operación de todas las estructuras hidráulicas en primera instancia, pero no tiene una relación directa con la distribución equitativa del agua, esto se debe a la carencia de capacitación y recursos económicos. El técnico a cargo de la elaboración de los cronogramas de turnos de riego, no realiza el ajuste de los turnos por la falta del aforo de caudales, cálculo del tiempo de riego, actualización de las áreas cultivadas, etc.

Los usuarios presentan inconformidad en la parte operativa del sistema, debido a que ellos realizan el pago de la tarifa por el servicio prestado por la JRT, siendo este servicio deficiente debido a la limitación de la JRT, tanto por personal, instrumentos y departamentos de ingeniería.

4.5.5.3. Mantenimiento

El mantenimiento de las redes de canales está a cargo de la JRT y los presidentes de óvalo, estas personas son las encargadas de la administración y de la elaboración de la logística para la limpieza de los canales. Los usuarios son las personas encargadas de realizar los mantenimientos bajo la tutela de los operarios. Las organizaciones para los mantenimientos de los canales y estructuras hidráulicas tienden a estar a cargo de una sola persona dentro del óvalo, la cual establece las fechas de mantenimiento, por lo general, se realiza de dos a tres mantenimientos anuales dentro del óvalo. Cabe mencionar que en algunos casos los mantenimientos no son realizados por falta de colaboración física ya que asisten personas de la tercera edad o representantes de usuarios como hijos o nietos las cuales no creen en la necesidad de limpiar los canales.

La red de canales (primarios y secundarios) y las estructuras hidráulicas están a cargo la JRT, así como organizar el mantenimiento dos veces por año, la administración en campo está asignada los señores canaleros, los cuales supervisan a los usuarios.

V. CONCLUSIONES

La investigación realizada permitió establecer las siguientes conclusiones:

- La eficiencia de conducción promedio en el ramal Ilaló fue del 85,67%, interpretada como media según los resultados obtenidos por la FAO; la influencia del estado de los canales, filtraciones, acumulación de sedimentos y falta de mantenimiento en las estructuras hidráulicas afectaron la conducción del agua en las secciones 1 y 3.
- La Efc en el óvalo fue de 63,05% clasificada como media según resultados de la FAO, los problemas que generaron esta Efc se debe al canal no revestido en donde las pérdidas por filtración son las causas principales de la pérdida de caudal. La Efd promedio en el óvalo fue del 44,5%, existiendo una inequidad en la distribución del agua, causado por la falta de actualización de los turnos de riego por parte de la JRT.
- Un 70% de los usuarios presentaron sobre irrigación como producto de la falta del ajuste de los turnos de riego en base de las necesidades hídricas de los cultivos y el área cultivada.
- La Efc y Efd obtenidas en esta investigación son la consecuencia de un débil modelo de gestión del sistema de riego. La JRT al no operar con un modelo gestión que integre el uso del suelo, agua y organización social ha causado el deterioro de los canales y la inequidad de distribución del agua en el óvalo 5-7.
- El turno de riego es compartido entre vecinos para cubrir déficits hídricos, mostrando la falta de tiempo de riego en los usuarios, causado por la falta de reajuste de los turnos de riego.
- Las actividades desarrolladas por la JRT afectaron directamente a la distribución de agua de riego de los usuarios. Esto se debe a varios factores entre los más importantes están: la falta de reajuste de tiempos de riego, actualización del uso del suelo y falta de monitoreo de repartición de caudales.

VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en la investigación, se recomienda lo siguiente:

- Para lograr una Efc en el ramal del 100% o cercano, se debe revestir los canales en sectores con mayores problemas de sedimentos y zonas con suelos arenosos.
- Ajustar los turnos de riego en función de las necesidades hídricas, cultivo, caudal de entrada y época del año.
- La JRT debe mantener una actualización permanente de padrón de usuarios y con ello también las áreas de los cultivos, cultivos, clima, necesidades hídricas de los cultivos, cálculo del tiempo de riego, así como, mantener los canales y las compuertas periódicamente.
- La JRT deberá fortalecer su modelo de gestión y organización social entorno al riego, para así cumplir con los Art. 276 y 282 de la Constitución Política de la República del Ecuador.
- La JRT debe realizar un ordenamiento territorial para lograr optimizar el uso del agua en el sistema de riego, por cual logrará cumplir con los Art.12 y 14 de la LORHUyA.
- Realizar monitoreos de caudales en la entrada del ramal para lograr una determinación de la oferta de agua disponible.
- Capacitar a los usuarios y canaleros en la administración, operación y mantenimiento para así fortalecer su administración, así mismo deberá evitar cambiar el técnico junto con el directorio, ya que el período de administración es muy corto para lograr obtener un equilibrio de la gestión del sistema de riego.

VII. RESUMEN

El agua es un recurso limitado por lo que se debe lograr asegurar una eficiente distribución a los cultivos. El 70% del agua disponible se usa en la agricultura, siendo la actividad que mayor demanda agua (Calderón & Calvache, 2006; El Heraldo, 2015). El agua se le debe dar un uso eficiente, por ello, se ha desarrollado la presente investigación la cual permitió conocer la eficiencia de conducción en el ramal Ilaló del Sistema de Riego Tumbaco, la eficiencia de distribución en el óvalo 5-7 y la existencia de sub o sobre irrigación en el óvalo.

La metodología que permitió realizar esta investigación se planteó en tres fases: la primera fase determinar la eficiencia de conducción en el ramal, el cual se estableció tres tramos para aforar los caudales; la segunda fase la determinar la eficiencia de conducción y distribución en el óvalo, se aforo los caudales en la compuerta del óvalo y en las acometidas de cada usuario, seguido de la medición de las áreas de cultivo por cada usuario; la tercera fase determinar la existencia de sub o sobre irrigación en los usuarios, esto se lo hizo mediante el establecimiento de un balance hídrico para la determinación del tiempo de riego necesario y se lo comparó con el tiempo asignado por JRT.

Los resultados principales del estudio son: Efc del ramal en los tres tramos en promedio fueron de 85,67%, la Efc del óvalo que fue del 63,05% y Efd que fue de 44,5%, dentro de los resultados obtenidos se vieron afectados por el estado y operación de las estructuras hidráulicas. A partir de los resultados que se obtuvieron Efd permitió determinar que existió un 70% en sobre irrigación, 20% en sub irrigación y 10% dentro del óptimo, por ello se refleja en una inequidad en la distribución del agua entre usuarios, lo que principalmente afectó fue la falta de reajuste de los tiempos de riego. Las conclusiones que se logró obtener en el estudio fueron: que la Efc en el ramal y en el óvalo fue media, esto se debió a la influencia de la infiltración, evaporación y fugas en la compuerta; la Efd fue baja, debido a la falta de reajuste de los tiempos de riego, por ello también se ha visto exceso de agua en la mayoría de usuarios.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agricultureros. (2015). Guía de la FAO para la determinación de las necesidades de agua de los cultivos.
- Alberto, C. P. (2005). Balance Hídrico. *Universidad de Coruña-España*, 33–40. Obtenido de [http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo 3.pdf](http://caminos.udc.es/info/asignaturas/grado_itop/415/pdfs/Capitulo%203.pdf)
- Allen, R. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. FAO.
- Andrade, V. (2017). *CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO RAMAL ILALÓ, 2016*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE.
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1998). *Metodologías de análisis y diagnóstico de sistemas de riego campesino*. Obtenido de <https://www.avsf.org/public/posts/550/metodologias-de-analisis-y-diagnostico-de-sistemas-de-riego-campesino.pdf>
- Astaburuaga, G. (2004). El agua en las zonas áridas de Chile. *ARQ (Santiago)*, (57), 68–73.
- Barragán, F., María, M., Guevara, C., Álvarez, M. F., Medrano, O., Aguirre, D., Martínez, G. (2015). *Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Tumbaco*. Obtenido de http://www.tumbaco.gob.ec/web/images/tumbaco/plan_desarrollo_ordernamiento_territorial.pdf
- Beccar, L., Boelens, R., & Hoogendam, P. (2001). Derechos de agua y acción colectiva en el riego comunitario. *Derechos de Agua y Acción Colectiva*, 21–44.
- Cabascango, D. (2010). *Estrategias para el fortalecimiento socio organizativo del ramal “Chichipata” del Sistema de Riego “Tumbaco”, Provincia de Pichincha, Cantón Quito, parroquia Tumbaco 2010*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE
- Calderón, S. D. R., & Calvache, M. (2006). *ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA, DEL RAMAL CHICHIPATA (ZONA 1), DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO, PICHINCHA*. XX (Zona 1), 1–11.
- Cañar, D., & Calvache, M. (2006). *ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA, DEL RAMAL ILALÓ - ZONA 2, DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO. RUMIPAMBA*, XX, 10.
- Carlo, S. De, Ruiz, G., Valencia, P. F., & Carvajal, S. R. (2008). *Necesidades Hídricas de Los Principales Cultivos en el Estado de Baja California*. (13).
- Carmona, F., Holzman, M., Rivas, R., Degano, M. F., Kruse, E., & Bayala, M. (2018). Evaluación de dos modelos para la estimación de la evapotranspiración de referencia con datos CERES. *Revista de Teledetección*, (51), 87–98.
- CESA. (2005). *Riego, (PROBLEMÁTICA, DEBATE Y POLITICAS)*. 68.
- Cisneros, R. (2003). *Riego y drenaje* (p. 164). p. 164. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI.
- Climate-Data.org. (2018). CLIMA: TUMBACO. Recuperado el 10 de Octubre de 2018, de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-pichincha/tumbaco-34393/>

- Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización. CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION (COOTAD). , (2017). Recuperado el 17 de Febrero de 2019, de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/LOTAIP_Anexos/Lit_A/lit_a2/2_codigo_organico_de_organizacion_territorial_autonomia_y_descentralizacion_29_12_17.pdf
- Constitucion de la Republica del Ecuador 2008. , (2008). Recuperado el 14 de Febrero de 2019, de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
- CORSINOR (Corporación Regional de Desarrollo de la Sierra Norte). (2001). *Estudio para el mejoramiento del Canal Principal y de los ramales Secundarios del Sistema de Riego Tumbaco*. Quito-Ecuador.
- De Azevedo, J., & Acosta, G. (1975). *Manual de hidráulica*. Harla.
- Dechmi, F. (2002). *Gestión del agua en sistemas de riego por aspersión en el valle de Ebro: análisis de la situación actual y simulación de escenarios*. Obtenido de https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1131/1/10532-106_8.pdf
- Demin, P. E. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego Métodos de riego : fundamentos , usos y adaptaciones*.
- Duarte, B. A. (2010). *Dinámica histórica de los derechos de agua en el Valle del Cauca, Colombia: un estudio de caso en el distrito de riego RUT= Historical Dynamics of water rights in the Cauca Valley, Colombia: a case study on the RUT irrigation district. Thesis (M. Sc.) Wageningen University, the Netherlands*.
- Echeverría, C., Huber, A., & Taberlet, F. (2007). Estudio comparativo de los componentes del balance hídrico en un bosque nativo y una pradera en el sur de Chile . *Bosque (Valdivia)* , Vol. 28, pp. 271–280. scielocl .
- El Heraldo. (2015). La agricultura consume el 70% del agua en el mundo.
- Espinoza, H. (1989). *Balance hidirico y necesidades de agua para los cultivos mas importantes en la cuenca del rio Cienega*.
- FAO. (n.d.). *Diseño de metodos de riego:Eficiencia de riego*.
- FAO. (1989). *Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling*.
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo*. Recuperado el 23 de Octubre de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>
- Fernández De Sousa, M. M., & García, G. D. L. G. (2012). *El sistema de riego localizado*. 25–32.
- Fernández, D., Martínez, M., Tavarez, C., Castillo, R., & Salas, R. (n.d.). *Estimación de las demandas de consumo de agua*. POSTGRADUADOS“SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA,DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN.
- Ferreya, R., Sellés, G., Ahumada, R., Maldonado, P., Gil, P., & Barrera, C. (2005). manejo del riego localizado y fertirrigación. *INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS*. Obtenido de <Http://Www.Inia.CI/Medios/Biblioteca/Boletines/NR32334>. Pdf.
- Franco, V. (2018). *Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo*.
- GADTumbaco. (2012). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de*

- Tumbaco 2012-2025. Quito-Ecuador.
- García, A., & Soares, D. (2015). *Tópicos SOCIO-AMBIENTALES emergentes y productivos en la Cuenca de Jovel y su periferia - Chiapas*. Universidad Autónoma de Chapingo, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- García, L. (2001). *Teoría de la medición de caudales y volúmenes de agua e instrumental necesario disponible en el mercado*. 22.
- Halcrow W., P. (1992). *Infrastructure Operation and Maintenance Cooperation, Manual: Kapunga Project. National Agricultural and Food Tanzania*.
- Hayashi, R. (2014). *Riego localizado*. Univesidad de la Republica.
- Hidalgo, J. (2010). *Dinámica de acumulación de derechos de agua y conflictos. Estudio de caso de la Acequia Tabacundo, Ecuador. Thesis (M. Sc.)*. Wageningen University Wageningen.
- IDEAM. (2016). Medición Del Caudal. In *Guía de Prácticas Hidrológicas : Adquisición y Proceso de Datos, Análisis, Predicción y Otras Aplicaciones*.
- INAMHI. (2017). *Anuario meteorológico Nº 53-2013*. Quito-Ecuador.
- INEC. (2017). *Módulo de tecnificación Agropecuaria ESPAC 2017*.
- Ingenieros Asociados de control S.L. (2010). *Canal Parshall. Instruccions de montaje*. 1–8.
- INRENA. (2005). *Manuales para mejorar la gestión de los sistemas de riego en las organizaciones de usuarios de agua*. Lima-Perú: Ministerio de Agricultura.
- Junta de Riego Tumbaco. (2015). *Proyecto de Catastro de Usuarios de la Junta de Aguas de Tumbaco*. Quito-Ecuador.
- Junta de Riego Tumbaco. (2016). *REGLAMENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO DE TUMBACO*.
- Junta de Riego Tumbaco. (2017). *PROYECTO DE REFORMA DE ESTATUTOS DE LA JUNTA GENERAL DE USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO TUMBACO*. 17.
- Le Goulven, P., Ruf, T., & Sabatier, J.-L. (1991). *Dinámicas de los antiguos sistemas agrarios bajo riego: representaciones sincrónicas y diacrónicas*. Ecuador: ORSTOM - CNEARC.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, (2014). Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%C3%A1nica-de-Recursos-H%C3%ADricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Marbello, R. (2014). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE HIDRÁULICA: VERTEDEROS Y CALIBRACIÓN DE VERTEDEROS DE MEDIDA* (pp. 5–47). pp. 5–47. Medellín: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA:Escuela de Geociencias y Medio Ambiente.
- Monroy, M. (2010). *Medidores De Flujo En Canales Abiertos*.
- Monterroso, A. I., Gómez, J. D., Arce, A. R., Palacios, M. Á., & Lechuga, L. M. (2016). *Evapotranspiración de referencia (ET0) y cambio climático en México como herramienta de planeación de la adaptación*.
- Musy, A. (2005). *Cours d'hydrologie générale. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Section SIE et GC. 4ème Semestre*.

- Núñez, A. (2015). Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. *Ministerio de Agricultura y Riego*.
- Oriolani, M. J. C., Carretero, J. F., Bagini, R. L., Gonzalez, J. P., & Cappe, O. (2005). Curso de riego para agricultores. In *Global Water partnership*.
- Ortega, S., & Acevedo, C. (1999). *Programacion del riego*. 1–18.
- Ortiz, R. (2017). *Necesidades-hidricas-de-los-CULTIVOS* (p. 28). p. 28. Quito.
- Ortiz, R. (2018). *Entrevista: conceptos de Riego*. Quito-Ecuador.
- Palacios-Vélez, E. (1991). La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego. *Colegio de Postgraduados*.
- Pedroza, E. (2001). *canal parshall*. México: COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA.
- Pereira, L. S., De Juan, J. A., Picornell, M. R., & Tarjuelo, J. M. (2010). El riego y sus tecnologías. *Albacete: CREA-UCLM*. 296p.
- PROVALTT. (2000). *Estimacion de la demanda de agua en los cultivos*. Coquimbo - Chile: Gobierno Nacional de Coquimbo.
- Ramírez Mora, M. G., & Sánchez, J. M. (2018). *Diagnóstico de la degradación de la cobertura vegetal en la variación del balance hídrico en la cuenca media del río Guatapurí*.
- Rodríguez, A. (2002). CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO (ET_c) MEDIANTE EL USO DE COEFICIENTES (K_c). *Secretaría de Fomento Agropecuario. Mexico.*, 1–3.
- Rodríguez Félix, P. S. (2016). *Estudio socioeconómico del uso actual y potencial del agua en el sistema de riego Tumbaco, Ramal San Blas*. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE.
- Román, F., Rivera, H., & Rivera, H. (2011). 2011 - 2026 Plan Nacional De Riego Y Drenaje. *Subsecretaria de Riego y Drenaje*, (Tungutahua), 19–266.
- Scott, V., & Houston, C. (1959). *Medición del agua de riego*. California Agric.
- Silva León, G. (2005). La cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1).
- Tamayo, C. (2012). *Curso para líderes de Organizaciones de Regantes. Marco Legal y Competencias*. (MAGAP). Quito-Ecuador.
- Tapia Cadena, D. F., & Jaya Quezada, S. E. (2014). Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado. In *Igarss 2014*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Tarjuelo, J. M. (1992). *El riego por aspersión: diseño y funcionamiento* (Vol. 3). Univ de Castilla La Mancha.
- Tarjuelo, J. M. (2005). *El riego por aspersión*. (Centro Reg). Universidad de Castilla-La Mancha.
- UCLM. (2001). *LOS RIEGOS POR SUPERFICIE*. Obtenido de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/RiegosAPie.pdf
- UNESCO. (1981). Métodos de Cálculo del balance hídrico. Guía internacional de

- investigación y métodos. In *Instituto de Hidrología de España*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001377/137771so.pdf>
- UNESCO. (2006). *Balance hídrico integrado y dinámico de El Salvador*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002281/228142S.pdf>
- Water Partnership Global. (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Obtenido de https://www.rioc.org/IMG/pdf/RIOC_GWP_Manual_para_la_gestion_integrada.pdf
- Zapatta, A., & Gasselin, P. (2005). *El Riego en el Ecuador: Problemática, Debate y Políticas*.

IX. ANEXOS

ANEXO 1. FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA CANAL DE CONDUCCIÓN

REGISTRO DE INFORMACIÓN – RAMAL ILALÓ

Fecha: Sección:

Punto:

Nombre del sector:								
UTM X: Y: ZONA:								
Medidor Parshall $Q = 0.013762ha^{1.53}$ $ha=(mm)$ ha: Altura de la convergencia								
Altura de la convergencia (mm)		Hora						
Observaciones								
1.-TIPO CANAL 		2.- PASTO: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">Ausencia</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">Presencia</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> </table>			Ausencia		Presencia	
Ausencia		Presencia						
3.- MATERIAL FLOTENTE (Especificar qué tipo de material es por ejemplo: basura):								
4.- SEDIMENTOS 								
5.- OBRAS CIVILES (Especificar qué tipo de obra es por ejemplo: alcantarillado o vereda):								

ANEXO 2. FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA CADA USUARIO
REGISTRO DE INFORMACIÓN – “ÓVALO 5-7”

Fecha: **Usuario:**.....

Nombre del sector:								
UTM X: Y: ZONA:								
Veredero $Q = 1840 L H^{3/2}$ H=(m) H: carga hidráulica								
Carga Hidráulica (m)	Hora							
Observaciones								
1.-TIPO CANAL 	2.- PASTO: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">Ausencia</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">Presencia</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> </table>				Ausencia		Presencia	
Ausencia		Presencia						
3.- MATERIAL FLOTENTE (Especificar qué tipo de material es por ejemplo: basura): 4.- SEDIMENTOS 5.- OBRAS CIVILES (Especificar qué tipo de obra es por ejemplo: alcantarillado o vereda):								

ANEXO 3. FORMATO PARA REGISTRO DE LAS ÁREAS IRRIGABLES

REGISTRO DE ÁREA IRRIGABLE

Fecha: **Usuario**.....

Área del catastro.....

Usuario.....			
Cultivo	Puntos		Gráfico
	x	Y	
Observaciones:			

ANEXO 4. ENTREVISTAS

La entrevista se realizada es de tipo no estructura o abierta en el sentido de lograr obtener la información de forma más profunda como son los siguientes aspectos según los operarios del canal y óvalo.

Presidente del Óvalo

Entrevista a presidenta del óvalo

Nombre.....

fecha.....

Vamos a realizar una entrevista para levantamiento de información como es parte de sus funciones en el óvalo y atribuciones ya que es la persona representante.

1. ¿Cuáles son sus funciones y obligaciones dentro del óvalo y en el sistema de riego Tumbaco?
2. ¿Qué atribuciones tiene como representate del óvalo?
3. ¿Usted influye en reparto de agua del óvalo?
4. ¿Cómo reparte el agua en óvalo existe un cronograma de entrega de agua?
5. ¿Ha recibido capacitación los usuarios para el manejo adecuado del caudal de entrada?
6. Recibe reportes o información para mejorar la distribución del agua
7. El canalero ingresa en el óvalo para hacer notificaciones o quien realiza
8. Realizan mantenimiento de los sistema de canales de distribución del óvalo
9. ¿Qué funciones tiene en las mingas de mantenimiento de los canales del ramal y en el óvalo?
10. ¿Cada cuánto tiempo se realiza los mantenimientos?
11. ¿Qué hace la directiva al respecto sobre la basura que arrojan las personas?
12. ¿Qué cambios en los últimos años se ha visto en el óvalo?
13. ¿cree que el reparto de agua es eficiente en el óvalo?

14.	¿Cómo representate del óvalo 5-7 que propone para el reparto eficiente del agua?
-----	--

Operario (canalero)

Entrevista al canalero

Nombre..... Fecha.....

- 1) ¿Cuáles son sus funciones y obligaciones dentro del sistema de riego Tumbaco?
- 2) ¿Qué funciones tiene en las mingas de mantenimiento de los canales?
- 3) ¿Cada cuánto tiempo se realiza los mantenimientos?
- 4) ¿Usted influye en reparto de agua de los ramales y óvalos?
- 5) ¿Qué funciones o actividades están a cargo de usted o dentro del canal principal?
- 6) ¿Qué funciones o actividades realiza en el ramal Ilaló?
- 7) ¿Qué funciones cumple en los óvalos?
- 8) ¿En ramal Ilaló ha tenido problemas por ineficiencia de distribución del agua en años pasado o recientemente?
- 9) ¿Cómo actúan la junta de regantes en sistema de riego en época lluviosa?

Notas:

Usuarios

ENTREVISTA A AGRICULTOR O USUARIO DEL AGUA DE RIEGO

- | | | |
|----|---------------------------|-------|
| 1. | Nombre: | fecha |
| 2. | Es usuario de Junta Riego | |

3. Cuantos años es usuario de servicio de riego

4. ¿Qué superficie alrededor de su predio destinado para la producción de cultivos?

5. Que cultivos nomas produce usted

Cultivos anuales		Cultivos perennes	

6. ¿Lo que cultiva es destinado para su autoconsumo o para la venta?

7. ¿Cuántos sacos o libras saca alrededor de su producción en el año aproximadamente?

Cultivos anuales		Cultivos perennes	

8. ¿En los cultivos mencionados ha tenido plagas o enfermedades en duración del cultivo?

Cultivo	Enfermedad	Plaga

Distribución del agua

9. Como es la frecuencia de disponibilidad de agua para su predio

10. Existen turnos de riego o cronograma de distribución del agua de riego

11. Cada que tiempo tiene disponible el agua de riego

12. El caudal que llega a su predio es suficiente para regar sus cultivos

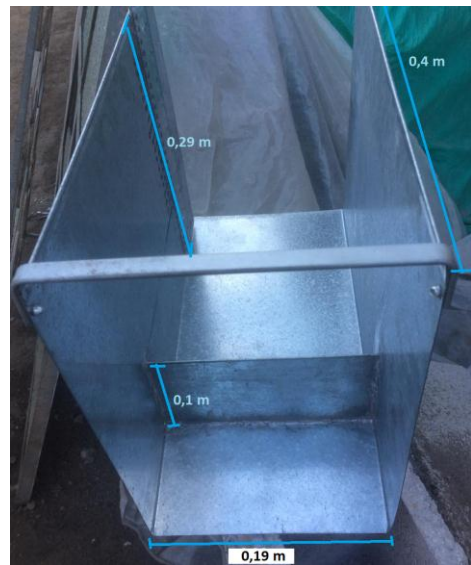
13. Cree que es necesario actualizar los turnos de riego.

14. Como se siente con el servicio de la JRT
15. Como se siente con la organización del óvalo existe problemas
16. Que sugiere para mejorar la organización del óvalo
17. Ha recibido capacitación por parte JRT para administrar, operar y mantener el sistema de riego.
18. Asiste a las reuniones de la Junta de Regantes Tumbaco
19. Cuál es el monto que paga usted por el servicio
20. Que sugiere a la JRT para mejorar el servicio

ANEXO 5. MEDIDORES DE CAUDAL



Fotografía 1.- Medidor Parshall 9"



Fotografía 2.- vertedero

ANEXO 6. CARTOGRAFÍA

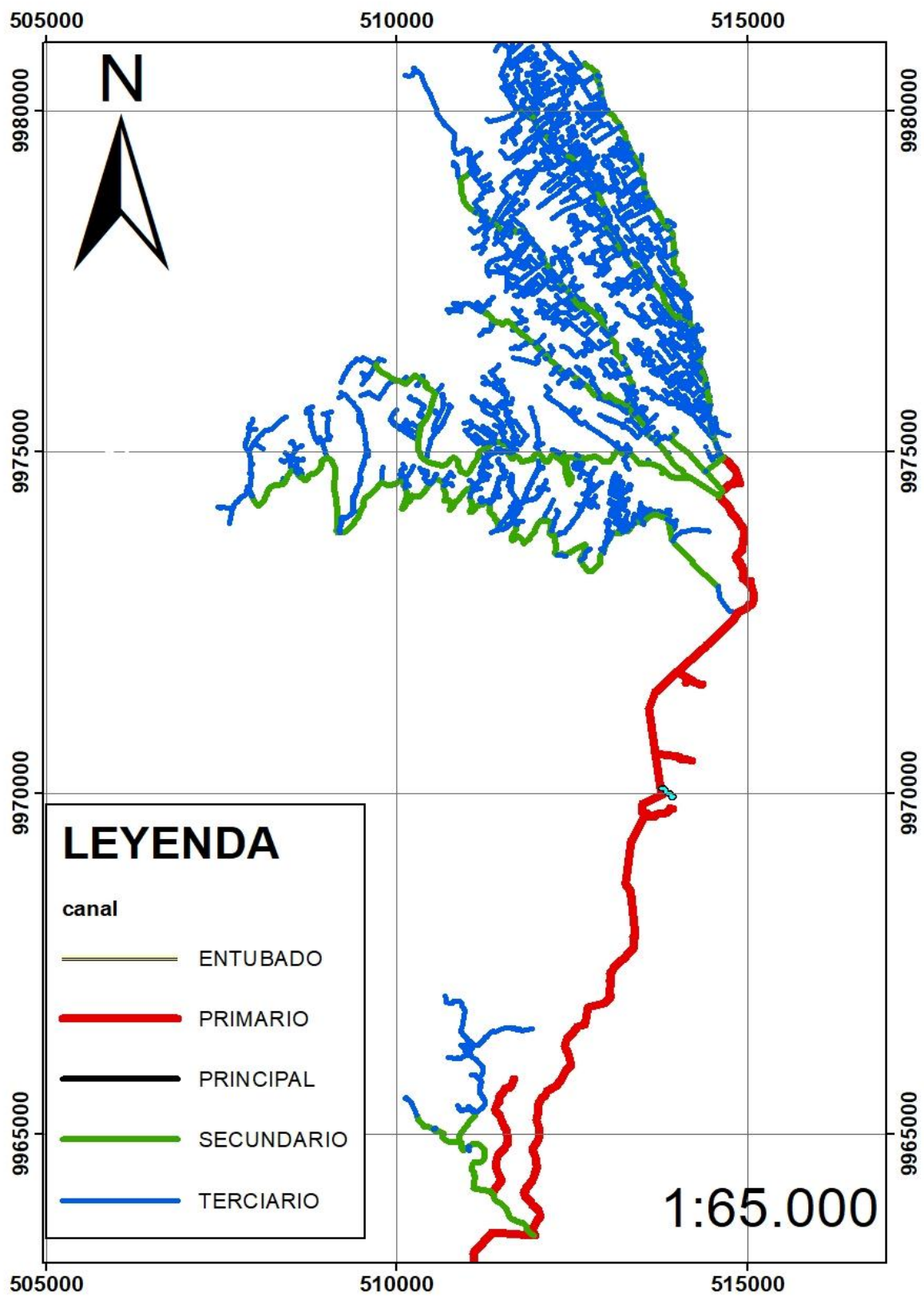


Figura 17. Distribución espacial por tipo de canal

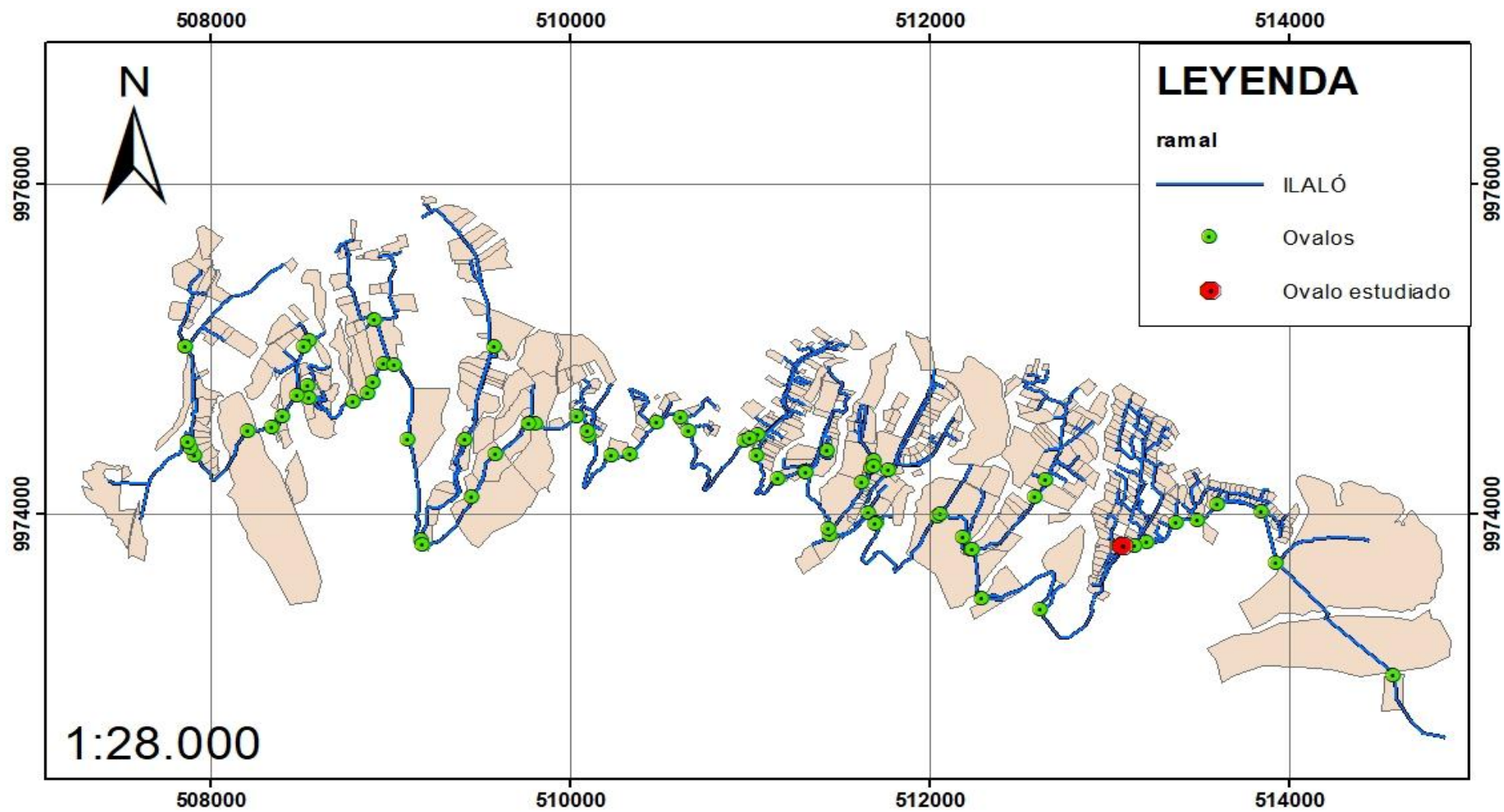


Figura 18. Distribución espacial de los 92 óvalos en el ramal Ilaló

ANEXO 7. TIPOS CANALES



Fotografía 3.- canal sin revestir



Fotografía 4.- túnel



Fotografía 5.- canal revestido



Fotografía 6.- Canal embaulado

ANEXO 8. MATERIALES CONTAMINATES



Fotografía 7.- derrumbe y con material flotante

Fotografía 8.- crecimiento de vegetación

Fotografía 9.- material flotante y crecimiento de vegetación

ANEXO 9. TIPOS DE ENTRADA DE AGUA A LOS PREDIOS



Fotografía 10.- compuerta de entrada del óvalo 5-7

Fotografía 11.- válvula

ANEXO 10. PADRÓN DE USUARIOS

Tabla 1. Padrón de usuarios del óvalo 5-7

CODIGO	USUARIO	CALLE DE ACCESO	TIPO DE RIEGO	ESTADO	FECHA DE MEDICIÓN
150503	CUICHAN GONZALEZ MARÍA FRANCISCA	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150504	CÓNDOR SIMBAÑA ANGEL	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150505	SANDOVAL SINCHIGUANO CIPRINA ISOLINA	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150506	PALACIO MORENO FREDY	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150507	RODRÍGUEZ VEGA JOSÉ EDUARDO	PASAJE SAN RAMÓN	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150508	GUAMÁN GUALPA ANTONIO	PASAJE SAN RAMÓN	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150512	PÉREZ VEGA AGUSTINA	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150501	COYAGO CABASCANGO MARÍA TRANSITO	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150502	CUICHAN GONZALEZ MARÍA ETELVINA	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150513	CARDENAS CARDENAS RAFAEL RAMÓN	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	USUARIO ACTIVO	12 de diciembre del 2018
150509	<u>GUAMÁN CHASIPANTA MARÍA MARTINA</u>	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	VALVULA	
150510	PIZZITUTTI FRANCESCO	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	SD	VALVULA	

150511	CASTRO GODOY JOSÉ ELICIO	CALLE LEOPOLDO BENITES VINUEZA	GRAVEDAD	VALVULA
150514	MORALES MALES JOSÉ EDISON	CALLE ISIDRO SANDOVAL	GRAVEDAD	VALVULA
150515	COYAGO PISUÑA ALICIA	CALLE ISIDRO SANDOVAL	GRAVEDAD	VALVULA
150516	MORENO HARO ALBA YOLANDA	CALLE ISIDRO SANDOVAL	GRAVEDAD	VALVULA
150518	ARIAS PERÉZ REBECA	CALLE ISIDRO SANDOVAL		USUARIO INACTIVO
150519	ARELLANO ECHAVARRIA SANTIAGO	CALLE ISIDRO SANDOVAL		USUARIO INACTIVO
150520	SD	CALLE ISIDRO SANDOVAL		USUARIO INACTIVO
150517	PÉREZ HIDALGO JOSÉ RAFAEL	CALLE ISIDRO SANDOVAL		USUARIO INACTIVO

ANEXO 11. CULTIVOS DEL ÓVALO 5-7



Fotografía 12.- Pasto



Fotografía 13.- alfalfa



Fotografía 14.- maíz



Fotografía 15.- limones



Fotografía 16.- aguacates



Fotografía 17.-cebolla



Fotografía 18.- fréjol



Fotografía 19.- cebolla



Fotografía 20.- Misceláneas Frutales

ANEXO 12. TURNOS DE RIEGO DEFINIDOS POR JRT

Calendarios Individuales

27/07/2018

Ovalo 5-7

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Coyago María Tránsito**

Numero horas: **9**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.25 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	12:00 a. m. a 09:00 a. m.	-	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	12:00 p. m. a 09:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Cuichán María Etelvina**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.29 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	09:00 a. m. a 07:00 p. m.	-	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	09:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 07:00 a. m.	-	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **García Eduardo García Arias**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.27 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	-	-	03:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 01:00 a. m.
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	-	-	-	03:00 a. m. a 01:00 p. m.

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Arellano Echavarría Santiago**

Numero horas: **9**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.24 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	-	-	-	01:00 a. m. a 10:00 a. m.
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	-	-	-	01:00 p. m. a 10:00 p. m.

Calendarios Individuales

27/07/2018

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Palacios Moreno Freddy**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.27 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	06:00 a. m. a 04:00 p. m.	-	-	-	-	-
TERCERO	-	-	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	06:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 04:00 a. m.	-	-	-	-
CUARTO	-	-	-	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Rodríguez Vega Jose Eduardo**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.29 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	04:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 02:00 a. m.	-	-	-	-
TERCERO	-	-	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	-	04:00 a. m. a 02:00 p. m.	-	-	-	-
CUARTO	-	-	-	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Guamán Gualpa Antonio**

Numero horas: **9**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.24 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	-	02:00 a. m. a 11:00 a. m.	-	-	-	-
TERCERO	-	-	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	-	02:00 p. m. a 11:00 p. m.	-	-	-	-
CUARTO	-	-	-	-	-	-	-	-

Calendarios Individuales

27/07/2018

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Cuichán González María Francisca**

Numero horas: **8**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.22 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	07:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 03:00 a. m.	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	07:00 a. m. a 03:00 p. m.	-	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Condor Simbaña Angel**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.29 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	03:00 a. m. a 01:00 p. m.	-	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	03:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 01:00 a. m.	-	-	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Sandoval Sinchiguano Isolina**

Numero horas: **17**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.46 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	01:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 06:00 a. m.	-	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	01:00 a. m. a 06:00 p. m.	-	-	-	-	-

Calendarios Individuales

27/07/2018

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Coyago Pízuña Alicia**

Numero horas: **9**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.25 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	-	03:00 p. m. a 00:00	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	-	-	03:00 a. m. a 12:00 p. m	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Moreno Haro Alva Yolanda**

Numero horas: **5**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.13 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	-	-	12:00 a. m. a 05:00 a. m	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	-	-	12:00 p. m. a 05:00 p. m	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Pérez Hidalgo Rafael**

Numero horas: **10**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.27 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	-	-	05:00 a. m. a 03:00 p. m	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	-	-	05:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 03:00 a. m

Calendarios Individuales

27/07/2018

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Perez Vega Agustina**

Numero horas: **11**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.31 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	-	-	02:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 01:00 a. m	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	-	-	-	02:00 a. m. a 01:00 p. m	-	-
CUARTO								

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Cardenas Cardenas Rafael Ramón**

Numero horas: **9**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.25 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	-	-	-	01:00 a. m. a 10:00 a. m	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	-	-	-	01:00 p. m. a 10:00 p. m	-	-
CUARTO								

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Morales Males José Edison**

Numero horas: **5**

Ramal: **Ilalo**

Ovalo: **Ovalo 5-7**

Superficie: **0.13 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO	-	-	-	-	-	10:00 a. m. a 03:00 p. m	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO	-	-	-	-	-	10:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 03:00 a. m	-
CUARTO								

Calendarios Individuales

27/07/2018

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Guamán Chasipanta María Martina** Numero horas: **6**
Ramal: **Ilalo** Ovalo: **Ovalo 5-7**
Superficie: **0.16 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	11:00 a. m. a 05:00 p. m	-	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	11:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 05:00 a. m	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Pizzitutti Francesco** Numero horas: **10**
Ramal: **Ilalo** Ovalo: **Ovalo 5-7**
Superficie: **0.29 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	05:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 03:00 a. m	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	05:00 a. m. a 03:00 p. m	-	-	-

Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Tumbaco

Dirección: Zoila Carrera s/n y
Antonio José de Sucre
Telf. 2376-531

Usuario: **Castro Godoy Jose Elcio** Numero horas: **11**
Ramal: **Ilalo** Ovalo: **Ovalo 5-7**
Superficie: **0.31 hectareas**

DIAS								
TURNOS	1 y 16	2 y 17	3 y 18	4 y 19	5 y 20	6 y 21	7 y 22	8 y 23
PRIMERO TERCERO	-	-	-	-	03:00 a. m. a 02:00 p. m	-	-	-
TURNOS	8 y 23	9 y 24	10 y 25	11 y 26	12 y 27	13 y 28	14 y 29	15 y 30
SEGUNDO CUARTO	-	-	-	-	03:00 p. m. a 00:00	12:00 a. m. a 02:00 a. m	-	-

ANEXO 13. TABLA DE MEDICIONES

Las mediciones de conducción se las realizaron el 6 de diciembre del 2018, con época seca que se encuentra en el sector de Tumbaco, en la tabla 2 se detalla la hora y la medición en el aforador Parshall.

Tabla 2. Datos de medición de caudales por el aforador Parshall para eficiencia de conducción

Sección	Tipo	Hora	Repetición	Ha(mm)	Caudal (l s ⁻¹)
1	entrada	9:50:00	1	620	257,66
		9:59:00	2	630	264,04
		10:09:00	3	635	267,26
		10:18:00	4	635	267,26
	salida	10:27:00	1	560	220,50
		10:36:00	2	560	220,50
		10:45:00	3	570	226,55
		10:50:00	4	570	226,55
2	entrada	11:00:00	1	480	174,17
		11:08:00	2	490	179,76
		11:15:00	3	495	182,57
		11:21:00	4	495	182,57
	salida	11:31:00	1	490	179,76
		11:39:00	2	495	182,57
		11:46:00	3	495	182,57
		11:52:00	4	495	182,57
3	entrada	12:31:00	1	460	163,19
		12:38:00	2	460	163,19
		12:46:00	3	470	168,65
		12:53:00	4	470	168,65
	salida	13:08:00	1	370	116,96
		13:15:00	2	380	121,83
		13:23:00	3	380	121,83
		13:30:00	4	380	121,83

ANEXO 14. MEDICIONES DE CAUDALES DE LAS ENTRADAS A LOS AGRICULTORES

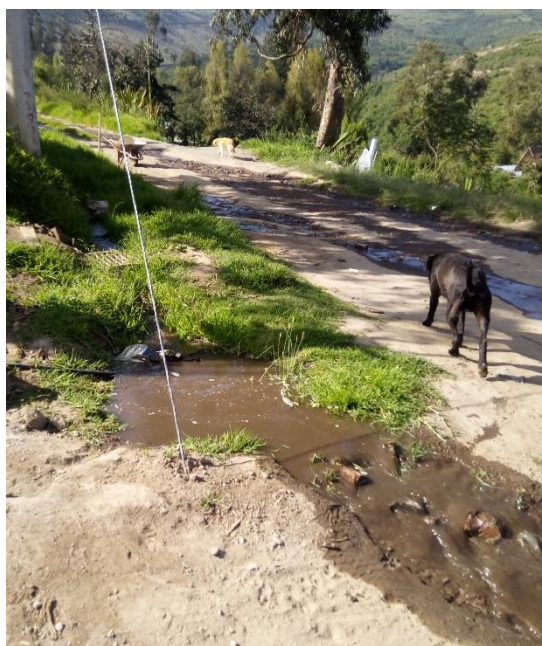
Tabla 3. Mediciones de caudales de distribución

Orden	Entrada de medición	Vertedero h (m)				Caudal (l s ⁻¹)
		1	2	3	Promedio	
0	INGRESO AL ÓVALO	0,085	0,09	0,09	0,09	9,17
1	COYAGO CABASCANGO MARÍA TRANSITO	0,085	0,085	0,085	0,09	8,65
2	CUICHAN GONZALEZ MARÍA ETELVINA	0,075	0,075	0,075	0,08	7,17
3	CARDENAS CARDENAS RAFAEL RAMÓN	0,07	0,07	0,07	0,07	6,47
4	PÉREZ VEGA AGUSTINA	0,065	0,07	0,07	0,07	6,24
5	CUICHAN GONZALEZ MARÍA FRANCISCA	0,065	0,065	0,07	0,07	6,01
6	CÓNDOR SIMBAÑA ANGEL	0,06	0,065	0,06	0,06	5,35
7	PALACIO MORENO FREDY	0,06	0,06	0,06	0,06	5,13
8	GUAMÁN GUALPA ANTONIO	0,055	0,06	0,06	0,06	4,92
9	SANDOVAL SINCHIGUANO CIPRINA ISOLINA	0,06	0,055	0,055	0,06	4,71
10	RODRÍGUEZ VEGA JOSÉ EDUARDO	0,04	0,045	0,045	0,04	3,15

ANEXO 15. FUGAS DE AGUA



Fotografía 21.- Pérdidas por fugas



Fotografía 22.- Pérdidas por
taponamiento



Fotografía 23.- Pérdidas por
taponamiento



Fotografía 24.- Perdidas por infiltración

ANEXO 16. BALANCES HÍDRICOS

Tabla 4. Balance hídrico para 150501

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
limón	798,4	1,32	0,92	0,12	0,04	1,08	2,65	3,64	4,17	2,33	0,33	0,57	1,02
alfalfa	720,8	0,78	1,50	0,60	0,00	1,40	3,11	2,66	4,99	2,87	0,00	1,13	1,50
TOTAL	1519,2												
NHD-p		1,06	1,20	0,34	0,02	1,23	2,87	3,17	4,56	2,59	0,18	0,83	1,25
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		16,54	18,60	5,36	0,31	19,15	44,62	49,34	70,92	40,25	2,73	12,94	19,38
V (m3)		25,13	28,25	8,15	0,47	29,10	67,78	74,95	107,74	61,15	4,14	19,65	29,44
Q, (m3 h⁻¹)		31,16											
TR (h)		0,81	0,91	0,26	0,01	0,93	2,18	2,41	3,46	1,96	0,13	0,63	0,94
Turno (h)		9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Delta (h)		8,19	8,09	8,74	8,99	8,07	6,82	6,59	5,54	7,04	8,87	8,37	8,06
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 5. Balance hídrico para 150502

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
aguacates	139,7	1,75	1,32	0,57	0,46	1,49	2,98	3,99	4,56	2,75	0,84	0,99	1,44
alfalfa	363	0,78	1,50	0,60	0,00	1,40	3,11	2,66	4,99	2,87	0,00	1,13	1,50
papas	645,6	2,65	2,09	0,70	0,00	0,18	1,61	2,28	2,63	1,33	0,00	0,20	2,04
pasto	375,9	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
cebolla	95,6	2,97	2,16	1,01	0,87	1,88	3,33	4,39	5,00	3,18	1,32	1,67	2,40
TOTAL	1619,8												
NHD-p		1,57	1,65	0,60	0,09	0,67	2,48	2,50	3,88	2,21	0,15	0,52	1,67
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		24,35	25,74	9,28	1,43	10,47	38,54	38,83	60,37	34,41	2,35	8,01	26,00
V (m3)		39,45	41,69	15,03	2,31	16,95	62,43	62,89	97,78	55,74	3,80	12,98	42,11
Q, (m3 h⁻¹)		25,82											
TR (h)		1,53	1,61	0,58	0,09	0,66	2,42	2,44	3,79	2,16	0,15	0,50	1,63
Turno (h)		9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Delta (h)		7,47	7,39	8,42	8,91	8,34	6,58	6,56	5,21	6,84	8,85	8,50	7,37
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 6. Balance hídrico para 150513

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
pasto	3124,1	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
TOTAL	3124,1												
NHD-p		0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		0,49	16,44	4,87	0,00	3,32	45,82	25,95	68,70	41,17	0,00	0,00	17,32
V (m3)		1,54	51,37	15,21	0,00	10,39	143,13	81,06	214,64	128,63	0,00	0,00	54,10
Q, (m3 h ⁻¹)		23,28											
TR (h)		0,07	2,21	0,65	0,00	0,45	6,15	3,48	9,22	5,52	0,00	0,00	2,32
Turno (h)		9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Delta (h)		8,93	6,79	8,35	9,00	8,55	2,85	5,52	-0,22	3,48	9,00	9,00	6,68
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	OPTIMO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 7. Balance hídrico para 150512

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
limón	293,8	1,32	0,92	0,12	0,04	1,08	2,65	3,64	4,17	2,33	0,33	0,57	1,02
alfalfa	616,7	0,78	1,50	0,60	0,00	1,40	3,11	2,66	4,99	2,87	0,00	1,13	1,50
aguacate	249,3	1,75	1,32	0,57	0,46	1,49	2,98	3,99	4,56	2,75	0,84	0,99	1,44
pasto	775,6	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
frutales	168,1	3,38	2,76	2,00	0,90	1,59	3,01	3,99	4,56	2,82	1,01	1,58	2,63
TOTAL	2103,5												
NHD-p		0,90	1,34	0,53	0,13	0,94	2,96	2,69	4,58	2,69	0,23	0,65	1,37
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		14,03	20,78	8,31	2,06	14,67	46,06	41,91	71,23	41,92	3,53	10,16	21,36
V (m3)		29,52	43,71	17,49	4,33	30,86	96,89	88,15	149,82	88,18	7,43	21,36	44,92
Q, (m3 h⁻¹)		22,47											
TR (h)		1,31	1,95	0,78	0,19	1,37	4,31	3,92	6,67	3,92	0,33	0,95	2,00
Turno (h)		11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Delta (h)		9,69	9,05	10,22	10,81	9,63	6,69	7,08	4,33	7,08	10,67	10,05	9,00
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 8. Balance hídrico para 150503

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
pasto	3000	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
TOTAL	3000												
NHD-p		0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		0,49	16,44	4,87	0,00	3,32	45,82	25,95	68,70	41,17	0,00	0,00	17,32
V (m3)		1,48	49,33	14,61	0,00	9,97	137,45	77,84	206,11	123,52	0,00	0,00	51,95
Q, (m3 h ⁻¹)		21,65											
TR (h)		0,07	2,28	0,67	0,00	0,46	6,35	3,60	9,52	5,71	0,00	0,00	2,40
Turno (h)		8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Delta (h)		7,93	5,72	7,33	8,00	7,54	1,65	4,40	-1,52	2,29	8,00	8,00	5,60
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	DEFICIT	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 9. Balance hídrico para 150504

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
limón	81,016	1,32	0,92	0,12	0,04	1,08	2,65	3,64	4,17	2,33	0,33	0,57	1,02
alfalfa	410,8	0,78	1,50	0,60	0,00	1,40	3,11	2,66	4,99	2,87	0,00	1,13	1,50
aguacate	557,1	1,75	1,32	0,57	0,46	1,49	2,98	3,99	4,56	2,75	0,84	0,99	1,44
maíz	425,8	3,09	1,83	0,19	0,11	1,02	2,38	3,24	3,71	2,12	0,39	1,15	2,61
pasto	166,5	0,54	0,18	0,00	0,00	0,00	0,78	2,00	2,32	1,08	0,00	1,19	2,56
cebolla	66,5	2,97	2,16	1,01	0,87	1,88	3,33	4,39	5,00	3,18	1,32	1,67	2,40
NHD-p		1,76	1,39	0,42	0,21	1,20	2,64	3,29	4,23	2,46	0,44	1,09	1,87
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		27,38	21,69	6,58	3,34	18,69	41,13	51,14	65,84	38,20	6,84	16,94	29,13
V (m3)		46,75	37,04	11,23	5,70	31,92	70,24	87,34	112,44	65,23	11,68	28,93	49,75
Q, (m3 h⁻¹)		19,26											
TR (h)		2,43	1,92	0,58	0,30	1,66	3,65	4,53	5,84	3,39	0,61	1,50	2,58
Turno (h)		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Delta (h)		7,57	8,08	9,42	9,70	8,34	6,35	5,47	4,16	6,61	9,39	8,50	7,42
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 10. Balance hídrico para 150506

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
pasto	2150,1	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
	2150,1												
NHD-p		0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		0,49	16,44	4,87	0,00	3,32	45,82	25,95	68,70	41,17	0,00	0,00	17,32
V (m3)		1,06	35,36	10,47	0,00	7,15	98,51	55,79	147,72	88,53	0,00	0,00	37,24
Q, (m3 h⁻¹)		18,48											
TR (h)		0,06	1,91	0,57	0,00	0,39	5,33	3,02	7,99	4,79	0,00	0,00	2,02
Turno (h)		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Delta (h)		9,94	8,09	9,43	10,00	9,61	4,67	6,98	2,01	5,21	10,00	10,00	7,98
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 11. Balance hídrico para 150508

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
pasto	5305,6	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
	5305,6												
NHD-p		0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		0,49	16,44	4,87	0,00	3,32	45,82	25,95	68,70	41,17	0,00	0,00	17,32
V (m3)		2,62	87,25	25,83	0,00	17,64	243,08	137,67	364,52	218,45	0,00	0,00	91,88
Q, (m3 h⁻¹)		17,72											
TR (h)		0,15	4,92	1,46	0,00	1,00	13,72	7,77	20,57	12,33	0,00	0,00	5,18
Turno (h)		9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Delta		8,85	4,08	7,54	9,00	8,00	-4,72	1,23	-11,57	-3,33	9,00	9,00	3,82
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	DEFICIT	EXCESO	DEFICIT	DEFICIT	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 12. Balance hídrico para 150505

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
limón	185,84	1,32	0,92	0,12	0,04	1,08	2,65	3,64	4,17	2,33	0,33	0,57	1,02
alfalfa	537,57	0,78	1,50	0,60	0,00	1,40	3,11	2,66	4,99	2,87	0,00	1,13	1,50
aguacate	222,87	1,75	1,32	0,57	0,46	1,49	2,98	3,99	4,56	2,75	0,84	0,99	1,44
maíz	1054,8	3,09	1,83	0,19	0,11	1,02	2,38	3,24	3,71	2,12	0,39	1,15	2,61
pasto	603,7	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
cebolla	204,81	2,97	2,16	1,01	0,87	1,88	3,33	4,39	5,00	3,18	1,32	1,67	2,40
	2809,6												
NHD-p		1,76	1,53	0,38	0,14	1,02	2,77	2,96	4,30	2,52	0,33	0,88	1,86
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		27,37	23,73	5,89	2,25	15,93	43,16	46,05	66,89	39,15	5,16	13,75	28,98
V (m3)		76,89	66,66	16,56	6,32	44,75	121,25	129,37	187,93	109,99	14,49	38,64	81,42
Q, (m3 h⁻¹)		16,97											
TR (h)		4,53	3,93	0,98	0,37	2,64	7,15	7,62	11,07	6,48	0,85	2,28	4,80
Turno (h)		17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Delta		12,47	13,07	16,02	16,63	14,36	9,85	9,38	5,93	10,52	16,15	14,72	12,20
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO

Tabla 13. Balance hídrico para 150507

Cultivo	Área	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
pasto	3018,4	0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
	3018,4												
NHD-p		0,03	1,06	0,31	0,00	0,21	2,95	1,67	4,42	2,65	0,00	0,00	1,11
Fr		7											
Efa:		45											
LT (mm)		0,49	16,44	4,87	0,00	3,32	45,82	25,95	68,70	41,17	0,00	0,00	17,32
V (m3)		1,49	49,63	14,70	0,00	10,03	138,29	78,32	207,38	124,28	0,00	0,00	52,27
Q, (m3 h ⁻¹)		11,35											
TR (h)		0,13	4,37	1,29	0,00	0,88	12,18	6,90	18,27	10,95	0,00	0,00	4,60
Turno (h)		10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Delta		9,87	5,63	8,71	10,00	9,12	-2,18	3,10	-8,27	-0,95	10,00	10,00	5,40
Condición		EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	EXCESO	DEFICIT	EXCESO	DEFICIT	DEFICIT	EXCESO	EXCESO	EXCESO

ANEXO 17. TRABAJO EN CAMPO

Eficiencia de conducción en ramal



Fotografía 25.- selección de la sección



Fotografía 26.- limpieza del punto de entrada



Fotografía 27.- colocación del Parshall



Fotografía 28.- colocación del Parshall



Fotografía 29.- colocación del Parshall



Fotografía 30.- Taponamiento de las fugas



Fotografía 31.- Taponamiento de las fugas



Fotografía 32.- toma de lecturas en la regleta



Fotografía 33.- cambio de punto en la sección 1



Fotografía 34.- colocación del Parshall



Fotografía 35.- Sellado de las fugas



Fotografía 36.- toma de lecturas en la regleta punto 2



Fotografía 37.- colocación del Parshall



Fotografía 38.- toma de lecturas en la regleta punto 1 de la sección 2



Fotografía 39.- colocación del Parshall



Fotografía 40.- toma de lecturas en la regleta punto 2 de la sección 2



Fotografía 41.- colocación de Parshall en sección 3



Fotografía 42.- Toma de lecturas en sección 3



Fotografía 43.- sacado del Parshall del canal

Eficiencia de distribución



Fotografía 44.- canal secundario que abastece al óvalo 5-7



Fotografía 45.- entrada del óvalo 5-7



Fotografía 46.- aforo de caudal de entrada al óvalo



Fotografía 47.-medición de caudal primer predio



Fotografía 48.- canal terciario



Fotografía 49.- medición de caudal cuarto predio



Fotografía 50.- canal terciario últimos predios



Fotografía 51.- colocación del vertedero



Fotografía 52.- medición de caudal noveno predio



Fotografía 53.- medición de caudal octavo predio



Fotografía 54.- medición de caudal
último predio



Fotografía 55.- lectura del vertedero

Calculo de áreas irrigables



Fotografía 56.- Toma de punto 1



Fotografía 57.- Toma de punto 2



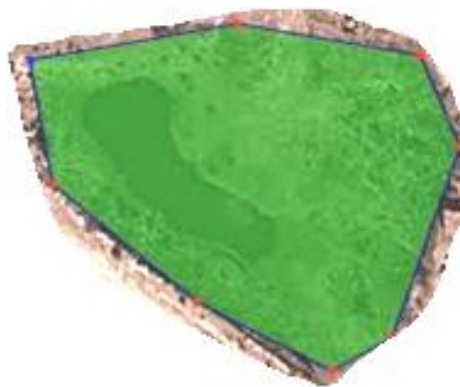
Fotografía 58.- Toma de punto 3



Fotografía 59.- Toma de punto 4



Fotografía 60.- Toma de punto 5



Fotografía 61.- polígono dibujado del área irrigable

Entrevistas Canalero



Fotografía 62.- entrevista al operario del ramal



Fotografía 63.- recorrido del canal secundario

Presidenta del óvalo



Fotografía 64.- entrevista a la señora presidenta del óvalo



Usuarios



Fotografía 65.- entrevista 1



Fotografía 66.- entrevista 2



Fotografía 67.- entrevista 3



Fotografía 68.- entrevista grupal

ANEXO 18. Listado de entrevistas

Tabla 14. Fechas de entrevistas

Entrevistado	Fecha
Técnico	14 de noviembre del 2018
Canalero	27 de noviembre de 2018
Presidenta del óvalo	5 de diciembre de 2018
Usuario	12 de diciembre de 2018
Usuario	12 de diciembre de 2018
Usuario	12 de diciembre de 2018
Usuario	12 de diciembre de 2018
Usuario	12 de diciembre de 2018

X. GLOSARIO TÉCNICO

COMISIÓN INTERNACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Término	Significado
Bocatoma:	Las obras o estructuras en la cabecera de un conducto, canal, bomba, tanque en el que se ingresa / desvía el agua. También se puede utilizar para controlar y regular el agua de la fuente o a través de una entrada construida aguas arriba.
Canal:	Un canal natural o artificial pero claramente distinguible que contiene agua en movimiento de forma periódica o continua, o que forma un enlace de conexión entre los dos cuerpos de agua. Un conducto abierto creado naturalmente o artificialmente que periódicamente o continuamente contiene agua en movimiento, o forma un enlace de conexión entre dos cuerpos de agua. Río, cala, pista, rama, y afluente son algunos de los términos utilizados para describir los canales naturales. Canal y aluvión son algunos de los términos utilizados para describir los canales artificiales.
Canal secundario:	Canal que transporta agua desde la cuenca hasta las entradas de las unidades terciarias.
Canal terciario:	Canal de entrega a la parcela o canal de campo.
Caudal:	Cantidad de agua que mana o corre.
Compuerta:	Elemento de control en la distribución del agua de riego que permite derivar el agua de un canal o acequia.
Usuario:	Usuario del sistema de riego con derecho activado o materializado, conocido también como consumidor.
Deterioro del canal:	El deterioro es producido por la erosión. La erosión se produce cuando el agua de la superficie se ha concentrado en canales estrechos, de modo que un gran flujo de agua suministra la energía tanto para separar como para transportar el suelo. La erosión del canal existe como erosión de estancamiento, barrancos y de corriente.
Eficiencia de conducción:	La relación entre el flujo de salida total del suministro del sistema y el flujo de entrada total al sistema de suministro.
Eficiencia de distribución:	La proporción de agua recibida en las entradas de campo, a la salida total del sistema de suministro.
Evaporímetro:	Un instrumento para medir la potencia de evaporación del aire.

Evapotranspiración:	La cantidad de agua eliminó la zona de la raíz del suelo por evaporación de la superficie del suelo y transpiración de las plantas.
Infiltración:	El flujo o movimiento de agua a través de la superficie hacia el cuerpo o el suelo del suelo. La absorción de agua líquida por el suelo, ya sea cuando cae como lluvia, o cuando se aplica como riego, o de una corriente que fluye sobre el suelo. Flujo de un medio poroso a un canal, tubería, drenaje, depósito o conducto.
Mantenimiento:	Actividades de mantenimiento preventivo o curativo derivadas de observaciones, verificaciones e inspecciones realizadas por operadores y usuarios.
Operación:	Control del volumen del alcance de un canal situado entre dos puertas se controla para tener en cuenta las entradas y salidas (mediante extracción o bombeo) que son variables en el tiempo.
Operación y mantenimiento (O & M):	Operación es el procedimiento organizado para hacer que un equipo, una planta de tratamiento u otra instalación o sistema realice su función prevista, pero no incluye el edificio inicial o la instalación de la unidad. El mantenimiento es el procedimiento organizado para mantener el equipo, la planta, la instalación o el sistema en condiciones tales que pueda realizar de manera continua y confiable su función prevista.
Óvalo:	Conocido como unidad terciaria que compone un número limitado de parcelas.
Percolación:	La cantidad de agua que pasa por debajo de la zona de la raíz del cultivo o la vegetación.
Predio o parcela:	Un diagrama dibujado a escala que muestra los límites y subdivisiones de la tierra, junto con todos los datos esenciales para la descripción e identificación de las varias unidades que se muestran en el mismo, e incluye uno o más certificados que indican la aprobación debida. Una plataforma difiere de un mapa en que no muestra necesariamente características culturales, de drenaje y de alivio adicionales.
Ramal:	Subdivisión del canal principal del cual los distribuidores obtienen sus suministros. Normalmente, ni el canal principal ni los laterales tienen salidas de campo. Los laterales para grandes áreas pueden estar subdivididos en laterales y sub laterales principales.
Sección:	Una sección horizontal de un canal a lo largo de su línea central.
Sedimentos:	sedimentos que inicialmente resisten el movimiento o la erosión debido a la influencia de los enlaces cohesivos existentes entre

las partículas, además de las propiedades físicas de las partículas y la ubicación relativa con respecto a las partículas circundantes. En términos generales, también se incluyen los suelos unidos por una red de raíces o protegidos por una cubierta vegetal

Sistema de riego:

Un sistema destinado a posibilitar el riego de varios campos o granjas de un área. Incluye la totalidad o parte de los siguientes trabajos: trabajos de almacenamiento, admisión, desvío o bombeo, trabajos para llevar agua a los campos que se van a servir, y otras instalaciones necesarias para operar el sistema.

Transpiración:

Evaporación a través de los estomas de las plantas vivas, cuya velocidad está regulada por procesos físicos y fisiológicos.