

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

**ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE
RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES,
BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

WALTHER IVÁN QUINAPALLO QUINATO A

QUITO – ECUADOR

2015

DEDICATORIA

Con amor a **Dios** quien es mi guía y mi luz, por mostrarme lo bello de su creación en cada una de sus obras, por acompañarme en todos los momentos de mi vida, por hacerme más valiente con su amor ante los obstáculos y llenar mi vida de fe y esperanza.

A mi madre **María**, por ser la mujer más valiente y luchadora que conozco, gracias por los cuidados que desde niño me diste, por todos tus consejos y tu apoyo incondicional en todo momento, por esforzarte para darnos a mis hermanos y a mí una vida llena de paz, felicidad y tranquilidad.

A mi padre **José**; gracias por enseñarme el valor del trabajo y de los estudios, de la vida, por estar a mi lado dándome su apoyo.

A mi hermana **Jenny**, por estar siempre ahí en las buenas y en las malas, por apoyarme económicamente, por ser mi amiga consejera.

A mi hermano **Geovanny**, por sus consejos prácticos, profesionales y por su confianza en todo momento.

A mi pequeña niña **Fanny**, por su apoyo, sus consejos y por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Central del Ecuador y a la Facultad de Ciencias Agrícolas, por ser la formadora de excelentes profesionales.

Al Ing. Carlos Montufar por su confianza, apoyo y consejo oportuno durante la realización de esta tesis de grado.

De igual manera a quienes hicieron posible que yo pudiera culminar con éxito esta etapa de mi vida, brindándome su apoyo en este trabajo.

En forma adicional a la Compañía Consultora AGROPRECISIÓN y en especial al Ing. Hernán Velásquez, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

En especial a mi querida familia, por el apoyo, amor y confianza que me brindan día a día.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, Walther Iván Quinapallo Quinatoa. En calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre el **"ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013."** **"STUDY FOR THE TECHNICAL DISTRIBUTION OF WATER IN THE ARTEZÓN IRRIGATION SYSTEM, IN THE AREA OF GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOCKS 3 - 4, CARCHI 2013."** Por la presente autorizo a la Universidad Central del Ecuador, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o partes de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigente a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5,6,8,19 y demás pertinentes de la Ley Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Tumbaco, 22 de septiembre del 2015.



FIRMA

C.C. 0502786619

ayvan01@gmail.com

Quito, 13 de agosto del 2015.

CERTIFICADO

A petición del interesado, Sr. Walther Iván Quinapallo Quinatoa, con cédula de ciudadanía 050278661-9, egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, y en calidad de Representante Legal de la Compañía Consultora Agroprecisión Cía. Ltda., autorizo la publicación de los datos y resultado de la investigación, con el debido reconocimiento de la tesis de grado titulada **“ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013.”**, realizada bajo mi coordinación y control de calidad en la modalidad de tesista, requisito previo para la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

Atentamente,


AGROPRECISI N
Compañía Consultora

Ing. Agr. Darío Javier Boada Páramo
Representante Legal
COMPAÑÍA CONSULTORA AGROPRECISIÓN Cía. Ltda.

CERTIFICADO

En calidad de tutor del trabajo de graduación cuyo título es: " **ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013.**", presentado por el señor **Walther Iván Quinapallo Quinatoa**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, considero que el proyecto reúne los requisitos necesarios.

Tumbaco, 22 de septiembre del 2015

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Montúfar', is written over a horizontal line.

Ing. Agr. Carlos Montúfar, M. Sc.

TUTOR

Tumbaco, 22 de septiembre de 2015

Ingeniero

Carlos Alberto Ortega, M. Sc.

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Presente.

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación **"ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013."**, llevada a cabo por parte del señor egresado: **WALTER IVÁN QUINAPALLO QUINATO**, de la carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente el indicado estudiante podrá continuar con los tramites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Montúfar', is written over a horizontal line.

Ing. Agr. Carlos Montúfar, M. Sc.

TUTOR

**ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO
EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4,
CARCHI 2013.**

APROBADO POR:

Ing. Agr. Carlos Montúfar, M. Sc.
TUTOR

Handwritten signature of Carlos Montúfar in blue ink, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Juan Borja, M. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Juan Borja in blue ink, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Gabriel Segovia, M. Sc.
PRIMER VOCAL DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Gabriel Segovia in blue ink, written over a horizontal line.

Ing. Agr. Francisco Gutiérrez, M. Sc.
SEGUNDO VOCAL DEL TRIBUNAL

Handwritten signature of Francisco Gutiérrez in blue ink, written over a horizontal line.

2015

viii

CONTENIDO

CAPÍTULO	PÁGINAS
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específicos	2
1.2 Hipótesis	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente	3
2.1.1 Recursos hídricos	3
2.1.2 Riego en el Ecuador	3
2.2 Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio	6
2.2.1 Individualización predial	6
2.2.2 Red de riego	6
2.2.3 Terminología y descripción de la infraestructura del sistema de riego	6
2.2.4 La organización de los regantes	7
2.2.5 La gestión del sistema de riego	7
2.2.6 Uso y cobertura de la tierra	8
2.2.7 Estudio de suelos	8
2.2.8 Requerimiento de agua de los cultivos	12
2.2.9 Sistema de información geográfica (SIG)	17
2.2.10 Programa de computadora para la planeación y manejo del riego (CROPWAT)	17
3 MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Características generales de la zona de estudio	20
3.1.1 Ubicación	20
3.1.2 División política territorial	20
3.1.3 Clima	21
3.2 Materiales	27
3.2.1 Material de campo	27
3.2.2 Equipos	27
3.2.3 Material informático	27
3.2.4 Software	27

3.3	Metodología	28
3.3.1	Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente	28
3.3.2	Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio	28
3.3.3	Propuesta para la distribución técnica del agua de riego	35
3.3.4	Elaboración de cartografía temática	37
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente	39
4.1.1	Sistema de riego	39
4.1.2	Red de Riego	39
4.1.3	Canales primarios	39
4.1.4	Canales secundarios	40
4.2	Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio	41
4.2.1	Individualización predial	41
4.2.2	Uso y cobertura de la tierra	43
4.2.3	Cálculo de asignación de agua en la época seca por predio	48
4.2.4	Asignación de agua por predio	51
4.3	Propuesta de distribución técnica del agua de riego	56
4.3.1	Distribución técnica de las redes secundarias, terciarias y cuaternarias	56
4.3.2	Tiempo de riego	58
4.3.3	Frecuencia de riego	59
5	CONCLUSIONES	60
6	RECOMENDACIONES	62
7	RESUMEN	63
8	SUMMARY	66
9	REFERENCIAS	69
10	ANEXOS	74

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS

PÁG.

1. Mapa del polígono de estudio de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	74
2. Mapa de individualización predial de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	75
3. Mapa de uso y cobertura de la tierra de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	76
4. Mapa de uso del agua de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	77
5. Mapa de distribución técnica del agua de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	78
6. Mapa de padrón de usuarios de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	79
7. Mapa de clasificación de tierras con fines de riego del bloque 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	80
8. Mapa de unificación de canales de riego para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	81
9. Mapa de los sub-bloques de riego de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. Carchi, García Moreno. 2014.	82
10. Demanda de agua requerida en el óvalo 1 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	83
11. Demanda de agua requerida en el óvalo 2 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	85
12. Demanda de agua requerida en el óvalo 3 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	88
13. Demanda de agua requerida en el óvalo 4 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	90
14. Demanda de agua requerida en el óvalo 5 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	90
15. Demanda de agua requerida en el Óvalo 6 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	92
16. Demanda de agua requerida en el óvalo 7 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	93
17. Tiempo y frecuencia de riego por predio en época seca para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	94
18. Serie climática de temperatura media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	106

19. Serie climática de temperatura máxima absoluta, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	106
20. Serie climática de temperatura mínima absoluta, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	107
21. Serie climática de precipitación total mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	107
22. Serie climática de humedad relativa media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	108
23. Serie climática de evaporación potencial media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	108
24. Serie climática de heliofania efectiva mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	109
25. Series climáticas de velocidad del viento, utilizada en el proyecto de riego El Artezón, García Moreno – Carchi, 2014.	109
26. Matriz para levantamiento de información de uso del suelo utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	110
27. Resultados del laboratorio de suelos, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	111
28. Fotografías	112

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁG.
1. Riego en Ecuador	5
2. Agua disponible en suelos con diferentes texturas.	11
3. Coeficiente de cultivo (Kc) para varios cultivos en cuatro fases de desarrollo.	14
4. Eficiencia de aplicación por sistema de riego.	16
5. Precipitación y temperatura para realizar el diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica Mira-FAO. García Moreno, Carchi. 2014.	26
6. Clases, Rangos y Descripción de pendientes.	31
7. Canales y acequias existentes en la zona de estudio del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	40
8. Área regable, para el bloque 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	43
9. Uso y cobertura de la tierra de los bloques 3 y 4, del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	43
10. Calendario agrícola para la época húmeda de los bloques 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	46
11. Calendario agrícola para la época seca de los bloques 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	46
12. Cedula de cultivos para el bloque 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	47
13. Sub-bloque obtenidos de los bloques 3 y 4 para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	48
14. Área regable de cada sub-bloque (Óvalos) por cultivo existente del bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	48
15. Datos físicos del suelo recolectados en campo para el programa CROPWAT. García Moreno, Carchi. 2014.	49
16. Coeficiente de cultivo (Kc) de los cultivos predominantes en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	49
17. Duración de la etapa fenológica de los cultivos predominantes en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	50
18. Datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica San Gabriel, periodo 1993 - 2012, para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	50
19. Precipitación efectiva calculada por el programa CROPWAT que influyen en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	51

CUADROS**PÁG.**

20. Evapotranspiración del cultivo (Etc) en época húmeda de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	52
21. Evapotranspiración del cultivo (Etc) en época seca de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	52
22. Necesidades netas de los cultivos predominantes del bloques 3 y 4 del sistema de riego el Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	53
23. Necesidades totales (Nt) de los cultivos predominantes del bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	53
24. Requerimiento hídrico por óvalo de los cultivos predominantes de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	54
25. Caudal requerido por sub-bloque (óvalo) de los cultivos predominantes de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	54
26. Caudales influentes para la unificación de los canales. García Moreno, Carchi. 2014.	55
27. Caudal total por bloques para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	55
28. Caudal requerido y caudal disponible para el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	56
29. Número de predios en cada sub-bloque (óvalos) de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	57
30. Frecuencia de riego por cultivo y por óvalo de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	PÁG.
1. Ubicación del área de estudio (bloque 3-4) del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	21
2. Temperatura promedio obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	22
3. Precipitación total promedio mensual obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	23
4. Evapotranspiración potencial promedio mensual obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	23
5. Porcentaje de la Humedad relativa obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	24
6. Dirección del viento obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	25
7. Diagrama ombrotérmico para la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo entre 1993 – 2012. García Moreno, Carchi. 2014.	26
8. Estructuración del levantamiento de los sistemas de distribución de agua existentes en el área de estudio. García Moreno, Carchi. 2014.	28
9. Estructuración para el cálculo del requerimiento hídrico de los cultivos de los bloques 3 y 4. García Moreno, Carchi. 2014.	29
10. Estructuración de la propuesta técnica de distribución del agua de riego para los bloques 3 y 4. García Moreno, Carchi. 2014.	35
11. Canales de riego existentes en el área de estudio del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	41
12. Individualización de los predios de los bloques 3 y 4, para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	42
13. Uso y cobertura de la tierra de los bloques 3 y 4, del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	44
14. Sectorización de uso del agua en el bloque 3 y 4 del proyecto de riego el Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	45
15. Red técnica del riego para el bloque 3 y 4 del proyecto de riego el Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.	58

ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013.

RESUMEN

En la provincia del Carchi, cantón Bolívar, parroquia García Moreno, se realizó el estudio de distribución técnica del agua en el sistema de riego El Artezón. La metodología que se utilizó en este estudio fueron: Mapeo de los sistemas de distribución de aguas existentes; cálculo del requerimiento hídrico mediante el análisis de las características físicas del suelo, clima y cultivos, mediante el programa CROPWAT; y la propuesta de asignación de agua en época seca por predio en base a la demanda y oferta de agua que existe. Los resultados muestran que: Existen cuatro canales de riego en la zona de estudio; 457 predios con una superficie regable promedio de 1466 ha; 389 l.s⁻¹ que requiere el sub-bloque 2 en mayor cantidad que otros sub-bloques; y 7 sub-bloques que se obtuvo de los bloques 3 y 4, el cual permite diseñar una red de riego.

PALABRAS CLAVES: CROPWAT, RIEGO, REQUERIMIENTO HÍDRICO, CAUDAL CARACTERÍSTICO, SUPERFICIE REGABLE.

STUDY FOR THE TECHNICAL DISTRIBUTION OF WATER IN THE ARTEZÓN IRRIGATION SYSTEM, IN THE AREA OF GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOCKS 3 - 4, CARCHI 2013.

ABSTRACT

In the province of Carchi, canton of Bolívar, García Moreno parish, a study was carried out for the technical distribution of water in the Artezón irrigation system. The methodology applied in this study was: Mapping of the distribution system regarding existing water; calculation of the water requirement through an analysis of the soil's physical characteristics, weather and crops; using the CROPWAT software; in addition to the water allocation proposal during dry periods per property, based on the demand and offer of existing water. The results showed that: There are four irrigation Canals in the area of study; 457 properties with an average irrigable area of 1466 ha; 389 l.s⁻¹ required by the sub-block 2 more than other sub-blocks; and 7 sub-blocks obtained from blocks 3 and 4, which enables the design of an irrigation network.

Keywords: CROPWAT, IRRIGATION, WATER REQUIREMENT, CHARACTERISTIC FLOW, IRRIGABLE AREA.

**STUDY FOR THE TECHNICAL DISTRIBUTION OF WATER IN THE ARTEZÓN IRRIGATION SYSTEM,
IN THE AREA OF GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOCKS 3 - 4, CARCHI 2013.**

ABSTRACT

In the province of Carchi, canton of Bolívar, García Moreno parish, a study was carried out for the technical distribution of water in the Artezón irrigation system. The methodology applied in this study was: Mapping of the distribution system regarding existing water; calculation of the water requirement through an analysis of the soil's physical characteristics, weather and crops; using the CROPWAT software; in addition to the water allocation proposal during dry periods per property, based on the demand and offer of existing water. The results showed that: There are four irrigation Canals in the area of study; 457 properties with an average irrigable area of 1466 ha; 389 l.s⁻¹ required by the sub-block 2 more than other sub-blocks; and 7 sub-blocks obtained from blocks 3 and 4, which enables the design of an irrigation network.

Keywords: CROPWAT, IRRIGATION, WATER REQUIREMENT, CHARACTERISTIC FLOW, IRRIGABLE AREA.

I CERTIFY that the above and foregoing is a true and correct translation of the original document in Spanish.



Silvia Donoso Acosta
Certified Translator
ID.: 0601890544

Silvia Donoso A.
CERTIFIED TRANSLATOR
ID. # 0601890544

1 INTRODUCCIÓN

En muchos países y sin que Ecuador constituya la excepción, la seguridad alimentaria constituye una cuestión de alta prioridad y la agricultura debe no solo proporcionar alimento para atender las necesidades de una población siempre creciente sino también economizar agua con destino a otros usos ya que el riego consume aproximadamente el 80 % del agua dulce disponible. El problema se acentúa cuando al existir tierras regables el recurso de agua dulce superficial no se encuentra disponible en la cantidad ni en el momento requerido, razón por la cual se presenta la alternativa viable de optimizar el uso de este recurso mediante métodos de riego tecnificados.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi, lleva a cabo el proyecto de riego El Artezón, con el propósito de sentar las bases sobre las cuales emprender el desarrollo agrícola y pecuario del sector, lo que permitirá posteriormente el uso adecuado de los recursos hídricos disponibles y la generación de acciones dirigidas al incremento de la productividad agrícola y ganadera bajo riego permanente.

El sistema de riego “El Artezón” se constituye como el canal más extenso en la provincia del Carchi, construido hace más de cincuenta años mediante mingas de propietarios y agricultores de los cantones Bolívar, Espejo y Montúfar. Posteriormente con la implementación y operación del canal Montúfar construido por el INERHI, todos los terrenos ubicados en la parte baja del mencionado canal pasaron a regarse con esas aguas, abandonando al canal Artezón. Esto ha ocasionado que con el pasar de los años exista una destrucción de la infraestructura.

Para el año 2009 el ex Instituto Nacional de Riego (INAR), consciente de la necesidad de proveer a la provincia del Carchi del recurso hídrico que abastezca a la zona para la producción agrícola y ganadera de los cantones Espejo, Bolívar y Montúfar y considerando que las zonas ubicadas sobre la cota del canal Montúfar no disponen de riego, se propuso rehabilitar el canal “El Artezón”. Con el proyecto de DISEÑO DEFINITIVO DE LA REHABILITACION DEL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, PROVINCIA DEL CARCHI, con la Consultora HIDROSOFT CIA. LTDA.

En el 2013, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de los cantones Espejo y Bolívar, lleva a cabo los ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL DISEÑO DEFINITIVO DE LA REHABILITACION DEL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, PROVINCIA DEL CARCHI, que fueron ejecutados por la Consultora Agroprecisión, donde, a través de estos estudios se implementa el presente proyecto de tesis en el cual se efectuó el mapeo de los sistemas de distribución de aguas existentes, la distribución técnica tomando énfasis en los requerimientos de agua de los cultivos, la superficie realmente regable por predio y la implementación de un Sistema de Información Geográfica que permita visualizar la base de datos de los usuarios del sistema de riego El Artezón con la finalidad de mejorar la gestión del agua en la referida zona.

De acuerdo con lo expuesto, en esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Formular una propuesta de distribución técnica del agua, en base a estudios de la demanda de agua, en el sistema de riego El Artezón, bloques 3 y 4.

1.1.2 Específicos

1. Mapear los sistemas de distribución de agua existentes.
2. Determinar el requerimiento hídrico para época seca, en base a la demanda de agua por predio.
3. Realizar una propuesta de distribución técnica del agua en base al requerimiento hídrico.

1.2 Hipótesis

Ho: En los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón, el agua no está adecuadamente distribuida, debido a que no se considera los parámetros técnicos (Superficie regable, requerimientos hídricos).

Ha: En los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón, el agua está adecuadamente distribuida, debido a que se considera los parámetros técnicos (Superficie regable, requerimientos hídricos).

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente

2.1.1 Recursos hídricos

En Enero de 1992, durante la conferencia Internacional sobre el Agua y el Ambiente celebrada en Dublín, se establecieron cuatro principios que son reconocidos mundialmente como básicos para el manejo de los recursos hídricos, (1) el agua dulce es un recurso vulnerable y finito esencial para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente; (2) el desarrollo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y realizadores de estudios a todo nivel; (3) la mujer juega un papel central en el manejo y la provisión del agua; y, (4) el agua posee un valor económico en todos sus usos competentes y debiera ser reconocido como un bien económico (Gándara, 2002).

En América Latina, el incremento en las áreas regadas fue el resultado de la puesta en marcha de obras de regadío en dimensiones y costos que significaron esfuerzos humanos y económicos de importancia, tanto para los productores agrícolas como para el Estado. La mayoría de proyectos de riego existentes no han sido basados en criterios técnicos por lo que esto ha acarreado problemas sociales y económicos, pues no se ha logrado los objetivos que estos perseguían como por ejemplo, el incremento de la productividad y rentabilidad, factores sociales, como la redistribución de la riqueza, la igualdad de oportunidades económico sociales, el desarrollo regional integral, entre otros (Gurovich, 1996).

Zapata (1999), expresa que en nuestro país, son diversos los problemas relacionados con los recursos hídricos, con su estado, su cantidad y calidad; su deterioro tiene que ver con muchos factores; Entre los principales se encuentra el crecimiento de la frontera agrícola, es decir, el crecimiento de la superficie cultivable. Tal crecimiento ha sido posible a costa de acabar con miles de hectáreas de páramos, bosques subtropicales, selvas, manglares, etc.

2.1.2 Riego en el Ecuador

Según el Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026, realizado por la Subsecretaría de Riego y Drenaje (2011), la mayor parte del consumo de agua del Ecuador se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total; sin embargo, las pérdidas en la captación, conducciones primarias, secundarias y terciarias y en el ámbito de parcela, hacen que las eficiencias varíen entre el 15% y 25%.

2.1.2.1 Importancia del riego

Según Mosquera (2011), el riego históricamente ha cumplido y sigue cumpliendo una serie de funciones de carácter productivo, socio-organizativo, económico, ambiental y cultural en el país.

El mismo autor acota que, la producción bajo riego aporta de manera fundamental a la economía del país, pues con sólo un tercio de superficie regada, de la potencialmente regable, la producción bajo riego contribuye con aproximadamente el 70 % de la producción agrícola total del país.

La rehabilitación del canal El Artezón permitiría incorporar una buena extensión de tierras para el beneficio social, entre ellas, se pensaría en un proyecto de recuperación de suelos que están cubiertos con cangahua.

2.1.2.2 La superficie bajo riego

Según el informe Políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano 2007 – 2020, realizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP) (2007), el área agrícola potencial en el país es de 6 333 000 hectáreas, de las cuales el área neta regable es 3 100 000 hectáreas; con una superficie cultivada de 1 850 000 hectáreas, y con una infraestructura de riego de 955 000 hectáreas, lo que significa, que apenas el 51 % del área neta regable, correspondiendo el 70 % al riego privado y el 30 % al riego público.

En el Foro de los Recursos Hídricos (2005), mencionan que en el tercer censo agropecuario del 2000, en este momento la superficie total bajo riego es de 853 332 hectáreas a nivel nacional. Tal superficie regada, sin embargo, representa apenas un poco más de la cuarta parte de la superficie que podría ser regada, si el país tuviera instalada la infraestructura de riego necesaria.

Pese a ello, en este momento, el aprovechamiento de agua en irrigación constituye el 82 % del consumo total de agua en el país, el resto se distribuye entre el 12,4 % para uso doméstico y el 5,6 % para uso industrial.

2.1.2.3 Los sistemas de riego

Los sistemas hídricos en Ecuador, según el informe “Políticas para el Agro Ecuatoriano 2007 - 2020”, realizado por el MAGAP (2007), está constituido por 31 sistemas hidrográficos, 79 cuencas y 137 subcuencas.

En el Foro de los Recursos Hídricos (2005), mencionan que del total de la superficie actualmente regada, 853 332 hectáreas a nivel nacional, los sistemas de riego construidas por el estado cubren una superficie de 200 000 hectáreas. El resto, es decir, 653 332 hectáreas está cubierto por sistemas de riego empresariales, particulares, campesinos, comunitarios; con una inversión que supera ampliamente los 2 000 millones de dólares, el estado ha construido 73 sistemas de riego, 51 de los cuales se encuentran en la sierra y 22 en la costa.

En el Foro de los Recursos Hídricos (2011), mencionan que en algunos sectores existe la creencia de que la mayor parte de los agricultores y del área regada están dentro de sistemas cuya infraestructura fuera construida por el Estado en las últimas seis décadas. La realidad es distinta; los sistemas públicos cubren el 18 % del área regada, en tanto que, el riego comunitario e individual alcanza el 82 % del área restante, para el año 2008.

Hay que reconocer que el riego comunitario, según las cifras que disponía el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) en el 2005, representó el mayor número de la población que hacía agricultura con riego, aunque evidentemente el caudal de agua al que accedía sea absolutamente irrisorio, esto se puede apreciar en el cuadro 1 (Foro de los Recursos Hídricos 2011).

Cuadro 1. Riego en Ecuador

Tipos de sistemas	Beneficiarios (%)	Área (%)	Caudal (%)	l.s⁻¹ Finca
Individual	1	63	64	56,8
Comunal	86	22	13	0,2
Sistemas Públicos	12	16	23	2,2
Suma (aprox.)	100	100	100	1,2

Fuente: Foro de los Recursos Hídricos. 2011.

Vale indicar que, a pesar de que los sistemas comunales de riego que representan el 86 % de los usuarios, éstos solo poseen el 22 % del área regada, y lo que es más grave, únicamente acceden al 13 % del caudal; mientras que, el sector privado, que representa el 1 % de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA), concentra el 64 % del caudal, esto según el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (Gaybor, 2009).

2.1.2.4 Los problemas del riego

Según el Foro de los Recursos Hídricos (2005), el sector del riego afronta un conjunto de problemas relacionados entre sí, de ellos los más comunes están asociados a:

- Escasa disponibilidad de agua.
- Acceso socialmente inequitativo.
- Bajo nivel de tecnificación y de eficiencia del riego.
- Carencia de estrategias estatales para el desarrollo del riego.
- Limitaciones institucionales.
- Dificultades organizativas en la administración de los sistemas.

2.2 Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio

2.2.1 Individualización predial

La individualización predial o Catastro tiene por objeto delimitar las propiedades de una determinada área, y determinar diferentes comportamientos socio-espaciales para ubicar las características individuales de cada predio, mismas que son necesarias para conocer su valor y la posterior cobranza de impuestos (Apunte, 2003).

Según Meyrat (2000), la individualización predial ayuda a conocer la ubicación de los predios y sus características particulares con respecto a situaciones variables como horas de riego, turnos por semana, tipos de canal y caudales recibidos, permitiendo su posterior análisis según el tipo de estudio requerido.

2.2.2 Red de riego

Para Apollin y Eberharth (1998), el estudio de la red física de riego es entender de mejor forma la lógica de la distribución por medio de la ubicación geográfica y cartográfica de los diferentes elementos de la red, como: captación, canales de transporte, obras de reparto, red secundaria y terciaria, etc.

2.2.3 Terminología y descripción de la infraestructura del sistema de riego

2.2.3.1 Bloques hidráulicos

Apollin y Eberharth (1998), afirman que, un bloque hidráulico llamado por otros autores sectores, unidades de riego, módulos, barrios hidráulicos, corresponde a una unidad espacial de reparto entre diferentes usuarios, alimentado por un canal secundario o terciario. Al interior de un mismo sistema de riego, las reglas de reparto entre usuarios pueden ser diferentes de un bloque hidráulico a otro.

2.2.3.2 Canales primarios

Según Damiani (2002), se denomina canal matriz a los canales principales que tienen la función hidráulica de transportar agua en el tiempo requerido y con el caudal necesario a la red de riego establecida para los cultivos.

2.2.3.3 Canales secundarios

Son los que conducen el agua desde el canal principal hacia otro, secundario. (Corsinor, 2001).

2.2.3.4 Acequia

Conducto abierto por donde se conducen las aguas para riego, siendo de menor capacidad que los canales. Generalmente toman agua de canales principales o secundarios o bien directamente de fuentes de menor importancia. Algunas veces se les denomina regaderas (MAGAP, 2011).

2.2.3.5 Óvalos

Infraestructura construida en el canal principal para repartir la cantidad de agua que le corresponde a cada sector de riego por concesión (Tapia, 2002).

2.2.3.6 Válvulas

Las válvulas, son los elementos del sistema de riego, mediante los cuales se modula o sectoriza el funcionamiento del sistema de riego (Cruz, 2009).

2.2.3.7 Parcelas agrícolas

Predio o propiedad, superficie territorial de cada una de las personas que se benefician con el uso del agua (Corsinor, 2001).

2.2.4 La organización de los regantes

Caracterizar la organización de regantes es indispensable para analizar el funcionamiento de un sistema de riego y en particular, de las modalidades colectivas de gestión y administración del agua. Además, permite evaluar la capacidad de la organización en la operación y el mantenimiento del sistema, así como en la gestión de los conflictos entre usuarios (Ponce, 2003).

2.2.5 La gestión del sistema de riego

Según Ponce (2003), las organizaciones campesinas en riego deben centrar su atención en aspectos relacionados con: medio ambiente, Salud, gestión del riego, directorios de agua, constitución (requisitos para la aprobación de los estatutos, estructuración de directorio de aguas), manejo de conflictos, capacidad de gestión, administración del sistema de riego, administración financiera y secretaría, sistema contable e inventario, manejo del agua, mantenimiento, distribución (criterios para la distribución del agua y reglamento interno).

2.2.6 Uso y cobertura de la tierra

El uso y cobertura de la tierra puede ser obtenida por recorridos en campo por medio de un censo o por fotointerpretación, sin embargo por aspectos económicos el método más usado es la fotointerpretación (FAO, 2000).

La observación directa en el campo a partir de mapas base de reconocimiento y apoyada en el análisis de fotografías aéreas (Fotogrametría), tradicionalmente ha supuesto la principal fuente de información sobre el uso de la tierra. Sin embargo, la introducción de sensores remotos colocados en satélites artificiales, como la serie americana Landsat o la francesa SPOT, así como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son capaces de procesar y comparar una gran cantidad de datos, han logrado proporcionar una información más detallada y precisa del uso de la tierra. Éstos pueden ser representados, a modo de mosaico, en mapas de gran precisión, los cambios pueden ser monitoreados a una buena escala y permiten enjuiciar mejor la capacidad de la tierra, que viene definida por factores como el tipo de suelo, el microclima del área considerada, la inclinación o la estabilidad del suelo, que ayudarán a decidir su uso más apropiado (Sevillano, 2005).

2.2.6.1 Sectorización de la tierra por el uso del agua

Fernández (2005), menciona que el uso actual permitirá definir la predominancia de las actividades rurales que se desarrollan, y la jerarquía socio-espacial que se establece en torno a dichas actividades, las cuales son:

Categoría agrícola.- Propiedades cuyos terrenos son utilizados en un porcentaje mayor al 50% de su superficie para actividades agrícolas y ganaderas.

Categoría ornamental.- Propiedades cuyos terrenos son utilizados en un porcentaje mayor al 50% de su superficie para actividades ornamentales, deportivas y otras no agrícolas.

Categoría fabril.- Propiedades cuyos terrenos utilizan su caudal de agua para actividades fabriles o industriales.

Categoría sin uso.- Son propiedades cuyas áreas no utilizan el caudal para un fin agrícola, industrial o artesanal.

2.2.7 Estudio de suelos

Según Andrade (1974), para un estudio de riego es necesario hacer una evaluación de las características físicas del suelo a fin de predecir su comportamiento bajo determinadas prácticas de manejo y explotación.

Para un riego tecnificado, destinado al uso racional del agua, es vital el conocer la capacidad de almacenamiento de los suelos. Para establecer esa capacidad, es necesario llevar a cabo las determinaciones físicas de los suelos: la capacidad de campo, el punto de marchitamiento, la densidad aparente, son valores que permiten conocer cuál es la capacidad de almacenamiento de agua de cada serie de suelo y en cada estrato. De esta forma relacionando la demanda diaria y la capacidad de almacenamiento, se conocerá cuando debe llevarse a cabo el siguiente riego. Así mismo la determinación de la velocidad de infiltración de cada suelo, permite condicionar el caudal de riego, a fin de lograr la máxima eficiencia en la aplicación (IICA-CEPPI, 1993).

2.2.7.1 Características físicas del suelo

2.2.7.1.1 Textura

Según FAO (2009), la textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las clases de tamaño de partícula (o separaciones de suelo, o fracciones) en un volumen de suelo dado y se describe como una clase textural de suelo.

2.2.7.1.2 Densidad aparente (Da)

FAO (2009), manifiesta que la densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105°C). Este volumen incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos (generalmente por debajo de 1,3 kg dm⁻³) indican generalmente una condición porosa del suelo. La densidad aparente es un parámetro importante para la descripción de la calidad del suelo y la función del ecosistema.

En suelos arenosos la densidad aparente (Da) puede ser tan alta como 1,6 g.cc⁻¹, en suelos francos alrededor de 1,2 g.cc⁻¹, y en suelos arcillosos cerca de 1 g.cc⁻¹. En suelos de origen volcánico y en suelos orgánicos los valores pueden ser de 0,8 y 0,3 g.cc⁻¹, respectivamente (Calvache, 1993).

La fórmula es la siguiente:

$$Da = \text{peso de suelo seco} / \text{volumen de suelo seco}$$

Donde Da es la densidad aparente, el peso de suelo seco corresponde a una muestra de suelo de volumen conocido, que ha sido secado al horno a 105 °C, y el volumen de suelo seco es el volumen de la muestra (Plaster, 2000).

La densidad aparente permite tener una idea del espacio poroso en el suelo y por lo tanto de la cantidad de agua que se puede almacenar (Vásquez, 2006).

2.2.7.1.3 Punto de marchitez permanente (PMP)

Para FAO (2005), el punto de marchitez permanente se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua a causa del cultivo, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para el mismo. En esas condiciones, el cultivo está permanentemente marchito y no puede revivir cuando se le coloca en un ambiente saturado de agua.

2.2.7.1.4 Capacidad de campo (CC)

Para FAO (2005), la capacidad de campo es la máxima cantidad de agua que el terreno puede retener en condiciones tales que su drenaje esté asegurado, en otras palabras es la capacidad que tiene un suelo de retener agua después de una lluvia o un riego.

2.2.7.1.5 Agua disponible (AD)

Según FAO (2005), la disponibilidad total de agua es una característica del suelo y corresponde a la cantidad de agua que el suelo puede almacenar por un determinado tiempo. Se puede expresar en lámina de agua por profundidad del suelo generalmente mm de agua por m de profundidad del suelo o en volumen de agua por unidad de área ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

La fórmula que la FAO (2005) publicada en algunos artículos es la siguiente:

$$AD = \frac{CC - PM}{100} \times Da \times P$$

Donde:

AD = Agua disponible en $\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$ de suelo

CC = Capacidad de campo en % de peso

Pm = Punto de marchitez en % de peso

Da = Densidad aparente del suelo en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

P = Profundidad del sistema radicular

En el cuadro 2 se observa el agua disponible en centímetros por metro de profundidad del suelo, para las distintas texturas que puede tener un suelo.

Cuadro 2. Agua disponible en suelos con diferentes texturas.

Textura del suelo	Agua disponible (en cm por m de profundidad de suelo)
Arenoso	7-10
Franco-arenoso	9-15
Franco	14-19
Franco-arcilloso	17-22
Arcilloso	20-25

Fuente: Vásquez C. 2006.

2.2.7.1.6 Profundidad efectiva del suelo

Para FAO (2009), la profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables.

2.2.7.2 Clasificación del suelo según la aptitud de riego

Según Choque (2013), la clasificación de las tierra según su aptitud para riego consiste en separar las tierras de acuerdo con su valor o capacidad productiva, relacionándolo con el pago de los costos del agua, es decir, se separan las tierras regables de las que no lo son, comparando los recursos existentes y analizando las posibles influencias de los factores físicos que inciden sobre la economía de la producción.

Con el propósito de establecer condiciones y límites para el desarrollo de las tierras bajo riego, se ha tomado como norma usar el sistema recomendado por el Boreau of Reclamation del Departamento de Suelos de los Estados Unidos, para clasificar las tierras en función de su aptitud para el riego (Valverde, 2007).

Este sistema considera los siguientes factores:

Factores básicos:

- Suelo: La calidad del suelo es uno de los principales criterios para evaluar la tierra.
- Topografía: refleja la factibilidad de desarrollo de la tierra para riego.
- Drenaje: De gran impacto cuando debe ser efectuado por el agricultor pues influye en todos los demás factores.

Tomando como referencia todos estos factores el sistema establece seis clases de tierras para riego (Valverde, 2007):

Clase 1: Regable: son las tierras de mayor aptitud para riego, tienen pendiente suave, suelos profundos, textura media, buena estructura, bien drenados y buena capacidad de retención de humedad. No tiene limitaciones.

Clase 2: Regable: Comprende tierras con pocas limitaciones para riego o sea muy aptas, debidas a pocas deficiencias en el suelo, topografía y/o drenaje. Con relación a la clase 1 presenta baja capacidad de retención de humedad, textura más liviana o poca profundidad, pendiente del 2 al 6 % y drenaje moderado.

Clase 3: Regable: Son tierras menos aptas para riego que la clase anterior, por presentar diferencias en mayor escala, la textura es más arenosa, es menos profundo, la pendiente puede alcanzar el 8% y el drenaje es alto.

Clase 4: Regable: Esta clase puede ser clasificada como de uso especial. Presenta una deficiencia específica muy marcada pero que se puede conseguir a un alto costo, lo que la limita a cultivos permanentes. Las deficiencias pueden ser: acumuló de sales, topografía irregular, excesiva pedregosidad, etc.

Clase 5: No regable: Su designación es temporal, hasta que se defina si puede ser cambiada a una clase arable o a la clase seis. Se deben hacer estudios adicionales para determinar si la inversión a realizar se justifica, dado que por sus condiciones naturales no es regable.

Clase 6: No regable: Son tierras que no reúnen requisitos mínimos para ser clasificadas como regables: topografía muy irregular, textura muy liviana o muy pesada, poca profundidad, mal drenaje, excesiva salinidad, etc.

2.2.8 Requerimiento de agua de los cultivos

La necesidad de agua de los cultivos es la cantidad de agua que se requiere para satisfacer la tasa de evapotranspiración, de modo que los cultivos puedan prosperar (FAO, 2006).

La fuente más conocida de agua para las plantas es precisamente el agua de lluvia. Si llueve demasiado poco debe suministrarse el agua procedente de otras fuentes. La cantidad de agua de riego requerida depende no solo de la disponible de lluvias previas, sino también de la cantidad que necesitan los diferentes cultivos (Calvache, 1993).

2.2.8.1 La evapotranspiración del cultivo (ETc)

Los requerimientos de agua de los cultivos (evapotranspiración del cultivo) se define como la cantidad de agua necesaria para responder las pérdidas de agua producidas en el proceso de evapotranspiración (Calvache, 1997).

Según la FAO (2006), para predecir el efecto de las características de los cultivos sobre sus necesidades de agua, se pueden aplicar los coeficientes de cultivos Kc para obtener la evapotranspiración del cultivo (ETc), mediante la siguiente fórmula:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm.día⁻¹)

ETo: Evapotranspiración Potencial (mm.día⁻¹)

Kc: Coeficiente del cultivo

2.2.8.2 Evapotranspiración potencial (ETo)

Según Calvache (1993), la evapotranspiración potencial es aquella que se produce de una vegetación de poca altura en activo crecimiento, preferentemente pasto, que cubre íntegramente el suelo y sin restricción de humedad disponible en el suelo. Este parámetro se usa como un índice para determinar la evapotranspiración del cultivo.

2.2.8.3 Coeficiente de cultivo (Kc)

Calvache (1993), afirma que para conocer la evapotranspiración del cultivo a partir de la evapotranspiración potencial, se utiliza un coeficiente de cultivo (Kc), es un factor que relaciona el requerimiento de agua de un cultivo con la evapotranspiración atmosférica.

El coeficiente (Kc) depende de:

- a) Tipo de cultivo
- b) Clima
- c) Estados de desarrollo del cultivo

Para Calvache (1993), la duración total del ciclo (en días), es el tiempo transcurrido desde la siembra o el transplante hasta el día de la cosecha.

- (a) **Fase inicial:** abarca la germinación y el periodo inicial de crecimiento, cuando la superficie del suelo está casi totalmente desprovistas de vegetación, es decir, que la cobertura vegetal es inferior al 10%.
- (b) **Fase de desarrollo vegetativo:** corresponde desde el final de la fase inicial hasta la cobertura efectiva y completa, aquella en que el coeficiente de cultivo se acerca a su máximo valor y en la que la cobertura vegetal oscila entre 70 y 80 %.
- (c) **Fase intermedia:** Corresponde desde la cobertura efectiva y completa hasta el comienzo de la maduración. El comienzo de la maduración se marca al notar un cambio en el color de las hojas o cuando la planta empieza a deshojarse. Durante esta etapa el coeficiente Kc permanece cerca de su valor máximo.
- (d) **Fase final:** se inicia al finalizar la etapa intermedia o al comienzo de la maduración, y finaliza con la maduración completa o cosecha. En esta fase el valor del coeficiente Kc disminuye hasta que el cultivo ha madurado completamente.

Los valores del coeficiente de cultivo (Kc), que se utilizó en esta investigación se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Coeficiente de cultivo (Kc) para varios cultivos en cuatro fases de desarrollo.

Cultivos	Fase inicial	Máximo crecimiento	Intermedia	Final
Avena	0,35	0,75	1,15	0,45
Ajo	0,45	0,60	1,00	0,50
Arveja	0,30	0,70	1,10	0,30
Cebada	0,35	0,75	1,15	0,45
Cebolla paiteña	0,50	0,70	1,00	0,80
Cebolla blanca	0,50	0,70	1,00	1,00
Col	0,45	0,75	1,05	0,90
Coliflor	0,45	0,70	1,00	0,90
Chocho	0,35	0,65	0,80	0,40
Haba	0,50	0,70	0,90	0,60
Jícama	0,45	0,75	0,90	0,50
Maíz (choclo)	0,58	0,82	1,15	0,60
Maíz (duro)	0,40	0,80	1,15	0,50
Mel loco	0,60	0,75	1,15	0,75
Oca	0,55	0,70	1,00	0,60
Fréjol	0,50	0,65	0,90	0,45
Papa	0,60	0,75	1,15	0,75
Quinua	0,35	0,75	1,15	0,45
Remolacha	0,45	0,75	1,05	0,90
Trigo	0,35	0,75	1,15	0,45
Zanahoria	0,45	0,75	1,05	0,90

Fuente: Arozabal 2001.

2.2.8.4 Coeficiente de eficiencia (Ky)

Coeficiente determinante de la reducción de producción mensual del cultivo por falta de agua durante los distintos periodos fenológicos del mismo (Instituto de Educación Rural, 2003).

2.2.8.5 Lámina neta de riego (Ln)

Calvache (1993), define lámina neta de riego como la cantidad de agua que se aplica al suelo y que en condiciones ideales es utilizada completamente por el cultivo.

La lámina neta (Ln) según Calvache (1993) se calcula a partir de siguiente formula:

$$Ln = \frac{(CC - PMP) \times P}{100}$$

Donde:

Ln = Espesor de la lámina de riego (mm)

CC = Contenido de humedad en base a volumen a la capacidad de campo (%)

PMP = Contenido de humedad del suelo en base a volumen a punto de marchitez permanente (%)

P = Profundidad de suelo a ser humedecida (mm)

2.2.8.6 Lámina bruta de riego (Lb)

Según Calvache (2012), normalmente la aplicación de agua no es uniforme, ni perfecta, debido a la heterogeneidad del suelo. Por esta razón es necesario aplicar un poco más de agua para uniformizar el riego hasta la profundidad de las raíces.

La lámina bruta según Calvache (2012), se calcula con la siguiente fórmula:

$$Lb = Ln / Ea$$

Donde:

Lb = Lámina bruta de riego (mm)

Ln = Lámina neta de riego (mm)

Ea = Eficiencia de aplicación (valor < 1)

Para Calvache (2012), La eficiencia de aplicación está dada por el método de riego empleado, el grado de tecnificación del mismo, el cuidado en el manejo del agua dentro de la sistematización del terreno y del suelo. Para efecto de cálculo se recomienda usar las eficiencias de riego presentadas en el cuadro 4.

Cuadro 4. Eficiencia de aplicación por sistema de riego.

Método de riego	Eficiencia de aplicación (%)
Surcos	60 - 70
Aspersión	80 - 90
Goteo	90 - 95
Pozas	80 - 90
Melgas	70 - 80

Fuente: Calvache 2012.

2.2.8.7 Tiempo de riego

Según Cadena 2012, es el tiempo necesario para que la lámina total o lámina bruta de agua, se infiltre en el terreno; es decir que:

$$Tr = Lt/Vi$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego (día)

Lt = Lamina total o lamina bruta (mm)

Vi = Velocidad de infiltración del suelo (mm.día⁻¹)

2.2.8.8 Frecuencia de riego

La frecuencia de riego es el intervalo entre riegos para reponer el consumo de agua diario en los cultivos. Esta frecuencia se calculó a partir de la siguiente fórmula: (Calvache, 1997).

$$Fr Dn/Nn$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (días)

Dn: Dosis neta (Ln) (mm)

Nn: Necesidades netas de los cultivos (ETc) (mm.día⁻¹)

2.2.9 Sistema de información geográfica (SIG)

El SIG es un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (IIRB "AVH", 2006).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituyen un fascinante campo del conocimiento ya que pueden ser aplicados en muchas de las actividades humanas. Su fortaleza está en el manejo y explotación de la información, particularmente, en la generación de datos estadísticos vinculados con características del medio geográfico. El apoyo que ofrece a la planificación y ejecución de actividades, incorporando herramientas y técnicas modernas, orientadas a que los procesos y métodos de trabajo sean más eficientes (Velásquez, 2003).

Los SIG surgen como una herramienta para el manejo de los datos espaciales mostrando soluciones para solventar complejos problemas geográficos y facilitando la transferencia de conocimientos alrededor de todo el mundo (Moreno, 2000).

2.2.10 Programa de computadora para la planeación y manejo del riego (CROPWAT)

CROPWAT 8.0 para Windows es un programa de computación que puede ser usado para el cálculo de los requerimientos de agua de los cultivos y de sus requerimientos de riego en base a datos climáticos y de cultivo ya sean existentes o nuevos. Además, el programa permite la elaboración de calendarios de riego para diferentes condiciones de manejo y el cálculo del esquema de provisión de agua para diferentes patrones de cultivos (Trezza, 2005).

Según la FAO (2008), el programa CROPWAT es un sistema de apoyo de decisión desarrollado por la división de desarrollo de tierra y agua de la FAO. Sus funciones principales son:

Calcular:

- La evapotranspiración de referencia.
- Los requisitos de agua del cultivo.
- Los requisitos de irrigación del cultivo.

CropWat es un programa que utiliza el método Penman-Monteith ligeramente modificado para el cálculo de evapotranspiración (FAO, 2008).

El método FAO Penman-Monteith fue desarrollado mediante la definición del Cultivo de referencia como un cultivo hipotético de referencia con una altura asumida de 0.12 m, una resistencia superficial fija de 70 s m⁻¹ y un albedo de 0.23. La superficie de referencia se asemeja a una superficie extensa de pasto verde de altura uniforme, creciendo activamente, sombreando totalmente la tierra y con un adecuado aporte de agua. El método FAO Penman-Monteith para estimar ETo, se expresa como:

$$ETo = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde:

ETo: evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

Rn: radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día⁻¹)

Ra: radiación extraterrestre (mm día⁻¹)

G: flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día⁻¹)

T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u2: velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)

es: presión de vapor de saturación (kPa)

ea: presión real de vapor (kPa)

es-ea: déficit de presión de vapor (kPa)

Δ: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)

γ: constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)

Los datos de entrada que requiere el programa cropwat según FAO (2008), son los siguientes:

2.2.10.1 Datos climáticos mensuales (monthly climate data)

Estos datos son: el nombre del país, de la estación meteorológica, altitud, latitud, y longitud. El promedio mensual durante un año calendario de: temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), humedad relativa del aire (%), velocidad del viento (m/s), horas de luz (horas) y precipitación (mm).

Absalón (2000), define a la precipitación efectiva como la parte de la lluvia aprovechable por las plantas.

El método útil para el cálculo de la precipitación efectiva es “Fixed Percentage” donde si colocamos por ejemplo 70 entonces tomara el 70% de la precipitación total como la precipitación efectiva. Si no queremos considerar la precipitación (por seguridad en el calendario de riego) podemos colocar un porcentaje cercano a 0.

2.2.10.2 Datos del cultivo

Para el cultivo se necesitan datos de: nombre del cultivo, fecha de siembra, longitud o duración en días de las etapas de desarrollo, coeficientes de cultivo (etapa inicial, intermedia; y final), Máxima profundidad radicular en centímetros (cm), umbral de riego recomendado para todas las etapas (%).

2.2.10.3 Datos del Suelo

Los datos requeridos para el suelo son: textura del suelo, capacidad de campo (CC) %, punto de marchitez permanente (PMP) %, densidad aparente (Da) en gr.cm³, Tasa de infiltración del suelo en mm.día⁻¹.

El procedimiento para la entrada de datos del suelo es el siguiente:

Antes de introducir los datos del suelo, debemos calcular la lámina almacenable por metro de profundidad utilizando la siguiente ecuación: (FAO, 2008).

$$La = \frac{CC - PMP}{100} * Da * Pr$$

Donde:

La = lámina almacenable (mm.m⁻¹)

CC = capacidad de campo (%)

PMP = punto de marchitez permanente (%)

Da = densidad aparente (gr.cm⁻³)

Pr = 1000

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características generales de la zona de estudio

3.1.1 Ubicación

El sistema de riego “El Artezón” se encuentra en el noroccidente de la provincia de El Carchi, se origina en la Reserva Ecológica El Ángel, dependiendo directamente de ella para su abastecimiento. El canal El Artezón nace en la quebrada de Piedras a 3830 msnm, en el sector denominado la Toma ubicado en las faldas del volcán Chiles, en las coordenadas UTM: 840732 longitud E y 10083415 latitud N, atravesando hacia el sur varios cantones en una longitud de 56 km. (ver gráfico 1)

Los límites del polígono de estudio de la presente investigación son: al norte la parroquia El Ángel; al sur el canal Montúfar; al este la quebrada la Ranchera y el canal Montúfar; al oeste el río El Ángel y el sector Yascón.

3.1.2 División política territorial

Provincia: Carchi

Cantón: Bolívar

Parroquia: García Moreno y
Los Andes

Sector: García Moreno
Cayales
Pueblo Viejo y
San José de Tinajillas

Coordenadas UTM:

Superior izquierda: X= 836974

Y= 10062551

Superior derecha: X= 843115

Y= 10063135

Inferior izquierda: X= 836990

Y= 10054579

Inferior derecha: X= 843320

Y= 10054831

Altura: 2618 msnm – 3358 msnm

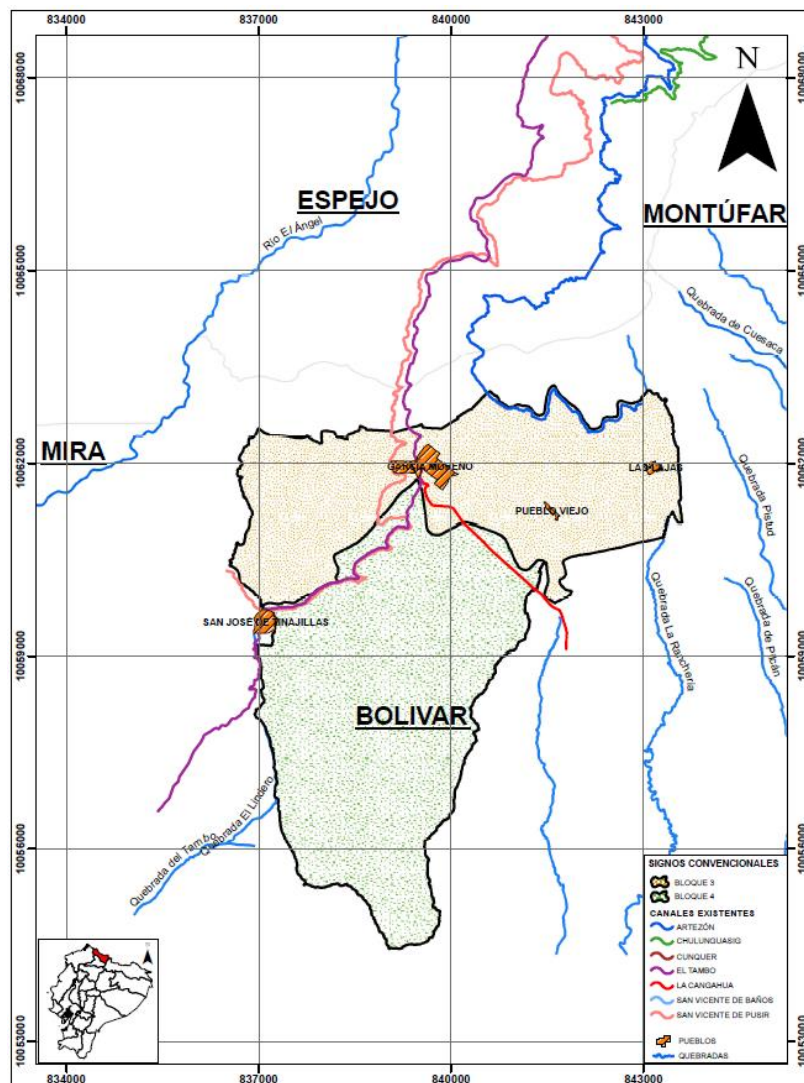


Gráfico 1. Ubicación del área de estudio (bloque 3-4) del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Cacha, 2014.

3.1.3 Clima

El clima de la localidad están definida por las características meteorológicas como: temperatura (°C), precipitación (mm), humedad relativa (%), evapotranspiración potencial (mm), velocidad y dirección del viento (m/s), entre otros.

Esta información fue obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO, estación que representa el clima de la zona de estudio, ubicada en el Cantón Mira a una altitud de 2275 msnm, de un periodo comprendido entre los años 1993 a 2012.

3.1.3.1 Temperatura media

Según Fuentes (2000), la temperatura de la superficie terrestre, se refiere a la temperatura del aire medida con termómetro colocado a la sombra, a una altura de 1,5 metros.

La temperatura del aire, como es conocido, afecta sobre los fenómenos fisiológicos de las plantas y es la causa inicial de gran número de fenómenos meteorológicos.

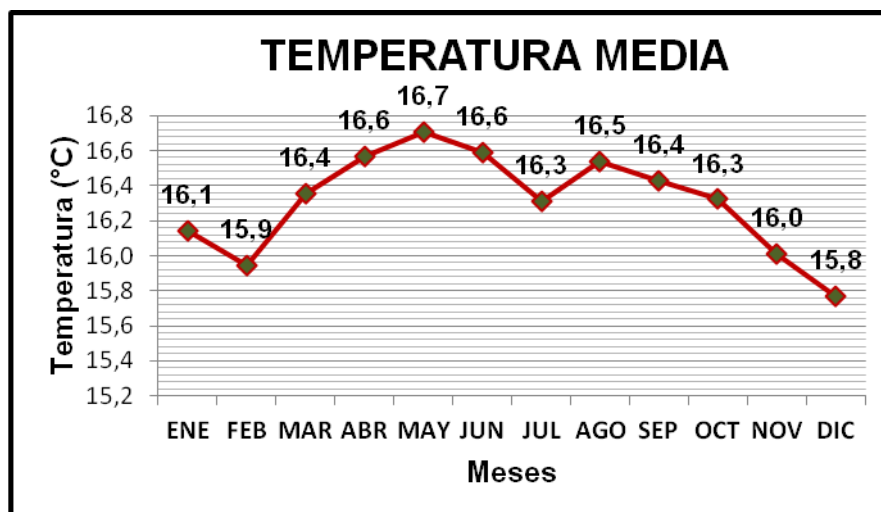


Gráfico 2. Temperatura promedio obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 2 presenta el promedio mensual de la temperatura media, observando una máxima de 16,7 °C en el mes de mayo y una mínima de 15,8 °C en el mes de diciembre.

3.1.3.2 Precipitación

La importancia de la precipitación para la agricultura es grande, ya que de esta depende en gran medida, la cantidad y calidad de la cosecha, una precipitación excesiva es perjudicial y su falta podría llegar a ser catastrófica (Fuentes, 2000).

Según Absalón (2000), la precipitación efectiva es la parte de lluvia aprovechada por las plantas.

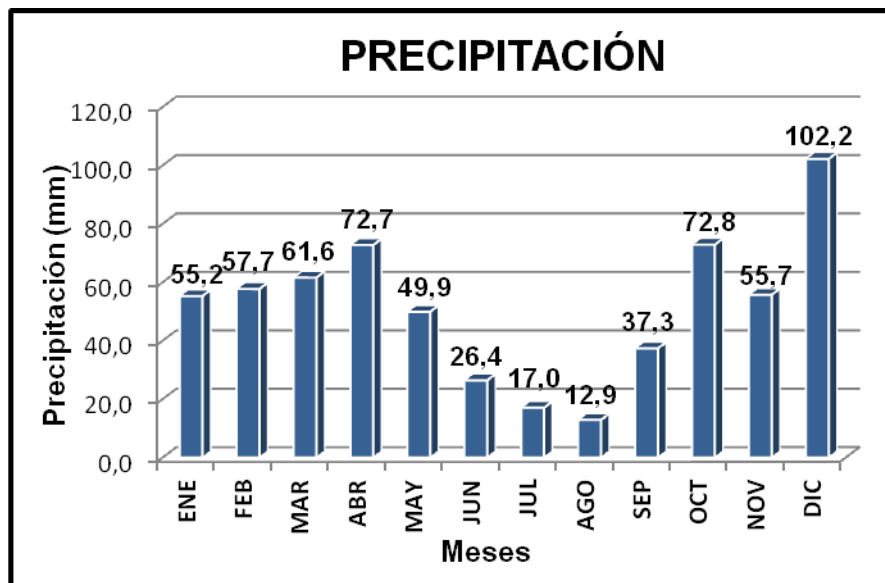


Gráfico 3. Precipitación total promedio mensual obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 3, presenta el promedio de la precipitación mensual, observando que; los meses de junio con 26,4 mm/mes, julio con 17,0 mm/mes, agosto con 12,9 mm/mes son los de menor precipitación, época donde requiere más atención al riego. Los meses de abril con 72,7 mm/mes, octubre con 72,8 mm/mes y diciembre con 102,2 mm/mes son los meses con mayor precipitación.

3.1.3.3 Evapotranspiración potencial mensual

Este parámetro se usa como un índice para determinar la evapotranspiración del cultivo.

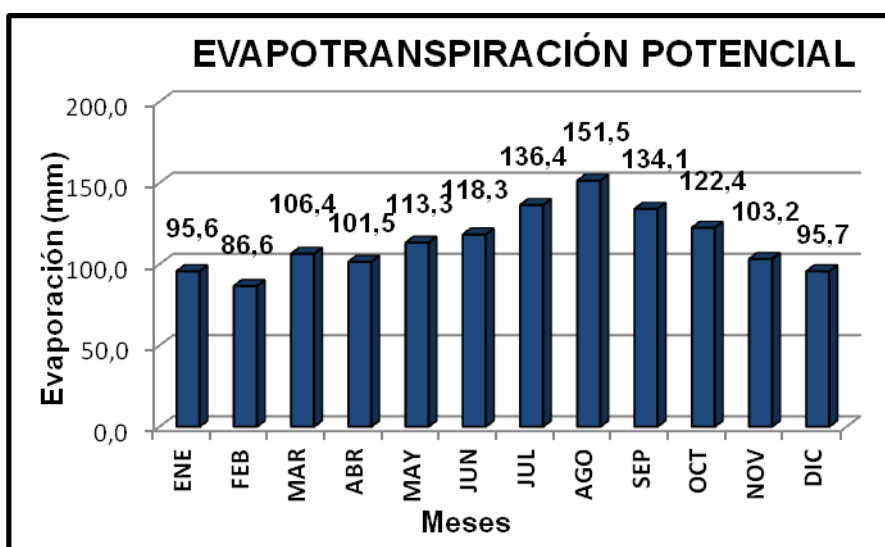


Gráfico 4. Evapotranspiración potencial promedio mensual obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 4 presenta la distribución promedio mensual de la evapotranspiración potencial que representa la zona de estudio, observando que la menor evapotranspiración está en el mes de febrero con 86,6 mm y el punto más alto en el mes de agosto con 151,5 mm.

3.1.3.4 Humedad relativa

Es la cantidad de vapor contenida en el aire, con relación a la cantidad máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura, se expresa en porcentaje (Fuentes, 2000).

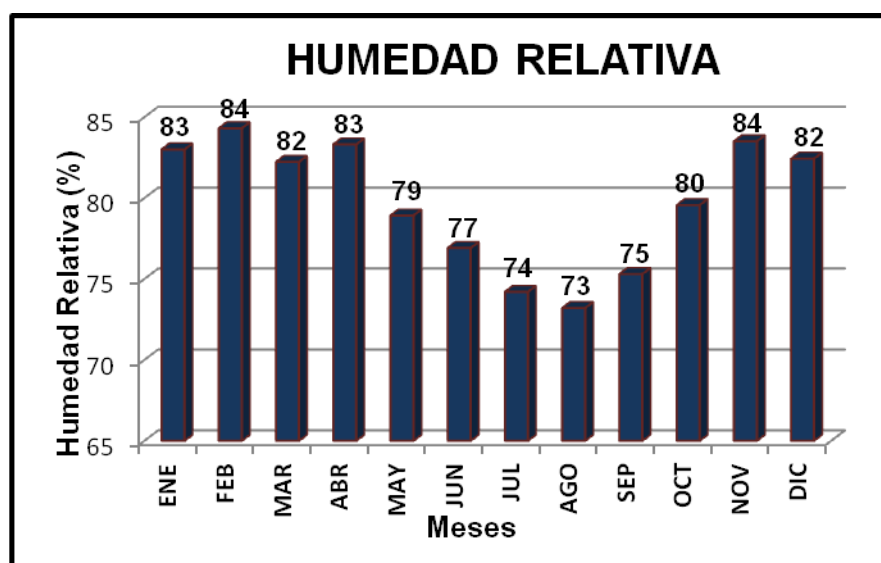


Gráfico 5. Porcentaje de la Humedad relativa obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 5 presenta el promedio de la humedad relativa mensual, observando que el mes de mayor humedad es febrero y noviembre con 84 %, en cambio el mes de menor humedad es agosto con 73 %.

3.1.3.5 Velocidad y dirección del viento

Según Fuentes (2000), cualquier desequilibrio que se produce en la atmósfera tiende a equilibrarse en una forma natural. El desequilibrio creado por la diferencia de presión entre dos zonas de la atmósfera tiende a equilibrarse mediante un desplazamiento de aire de la zona de mayor presión a la zona de menor presión. Este desplazamiento de aire en sentido horizontal recibe el nombre de viento, que viene determinado por su dirección y velocidad.

El mismo autor acota que, la velocidad del viento se mide con el anemómetro (del griego “anemos”: aire, y “metron”: medida.) Este se expresa en metros por segundo, kilómetros por hora o nudos (1 nudo es una milla náutica por hora, o sea 1853 kilómetros por hora).



Gráfico 6. Dirección del viento obtenida de la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo 1993 - 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 6 presenta la dirección del viento observando dos direcciones que predominan; el norte-oeste y el norte-este.

3.1.3.6 Diagrama Ombrotérmico

Según Almorox (2010), El diagrama ombrotérmico de Gaussen permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media (como aproximación a la sequedad estacional considerando $2 \cdot t_m$ una estimación de la evapotranspiración). Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). Se debe considerar que la escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas. Esto es, por cada °C en temperatura se toma un par de mm en precipitación. Así a un valor de 20 °C le corresponde en la misma línea el valor de 40 mm.

Si $P \leq 2 \cdot t_m$ la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía (Almorox, 2010).

Cuadro 5. Precipitación y temperatura para realizar el diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica Mira-FAO. García Moreno, Carchi. 2014.

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura Media (°C)
ENE	55,2	16,1
FEB	57,7	15,9
MAR	61,6	16,4
ABR	72,7	16,6
MAY	49,9	16,7
JUN	26,4	16,6
JUL	17,0	16,3
AGO	12,9	16,5
SEP	37,3	16,4
OCT	72,8	16,3
NOV	55,7	16,0
DIC	102,2	15,8
Total	621,5	195,7
Promedio	51,8	16,3

Fuente: INAMHI periodo 1993-2012

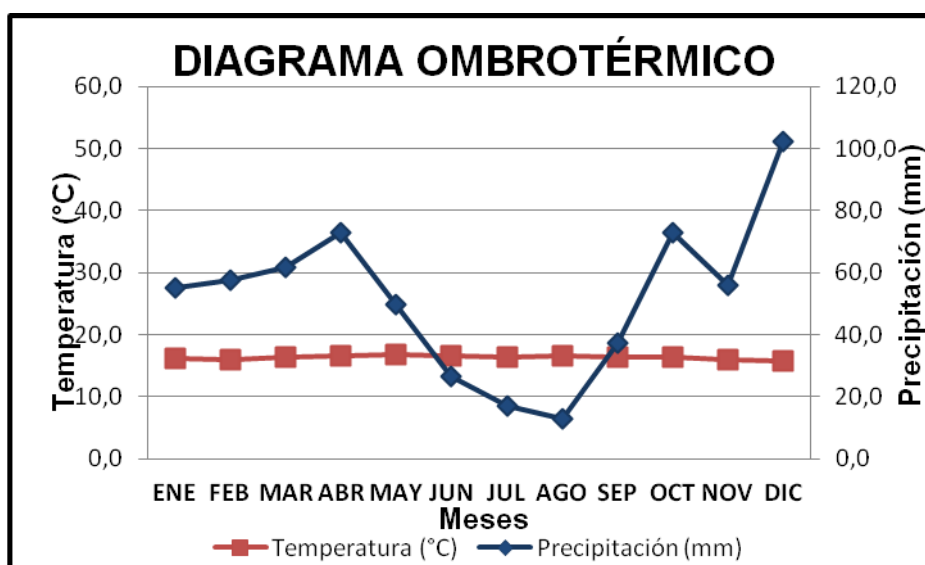


Gráfico 7. Diagrama ombrotérmico para la estación meteorológica Mira-FAO (INAMHI) periodo entre 1993 – 2012. García Moreno, Carchi. 2014.

El cuadro 5 y el gráfico 7 muestran que existe un periodo seco, observando que los meses de junio, julio y agosto conforman la época seca. Periodo donde hay que tomar en cuenta para el riego.

3.2 Materiales

3.2.1 Material de campo

- Libreta de campo
- Flexómetro
- Barreno y barra
- Pala
- Fundas plásticas
- Anillos de 3 pulgadas de diámetro por 5 cm de alto.
- Tabla Munsell
- Marcadores, pizarra pequeña.
- Martillo de hule
- Navaja
- Infiltrometro de mini disco

3.2.2 Equipos

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Computadora portátil
- Cámara digital
- Impresora
- Plotter
- Calculadora

3.2.3 Material informático

- Información básica:
Cartas topográficas del IGM de Tufiño y San Gabriel, escala 1:50000, año 1982.
Anuarios meteorológicos del INAMHI, series climáticas del año 1993 al 2012.
Mapa de fertilidad del Ecuador, escala 1:250000, año 2012.
- Información satelital:
Ortofotos, escala 1:5000 y 1:10000, año 2012.
Imagen satelital Spot 6, escala 1:15000, información satelital que cubre la zona de estudio, año 2013.

3.2.4 Software

- Software Sistema de Información Geográfica
- Cropwat 8.0 (FAO)

3.3 Metodología

3.3.1 Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente

El levantamiento de los sistemas de distribución, se realizó en base a los datos obtenidos en campo. En el gráfico 8, se observa la estructuración del mapeo de canales existentes.

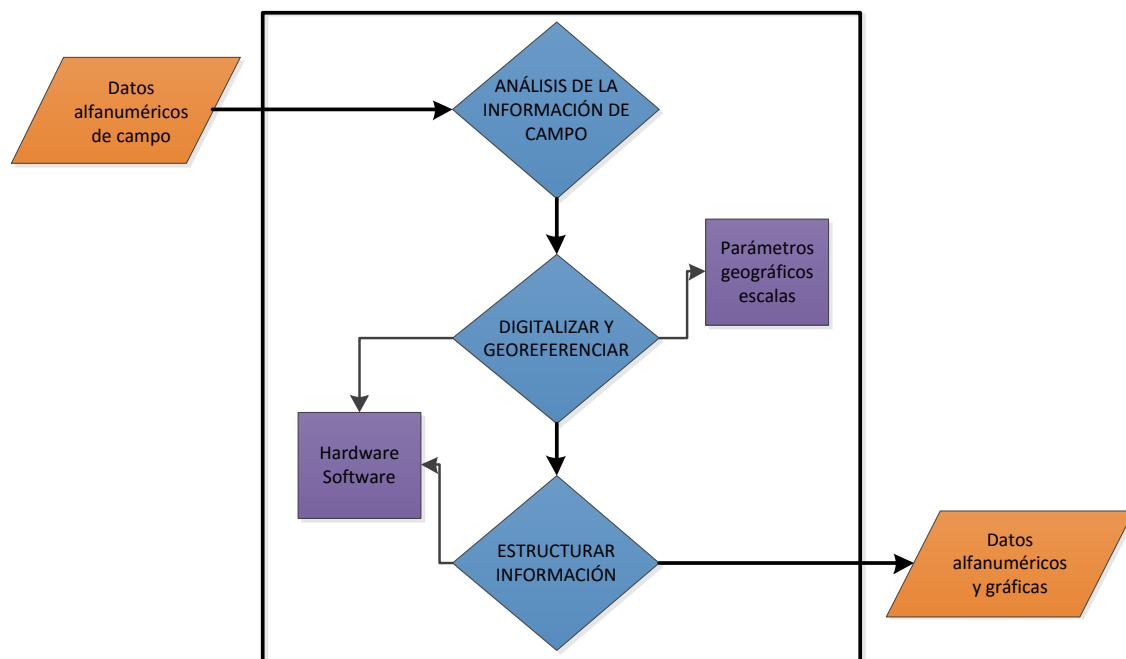


Gráfico 8. Estructuración del levantamiento de los sistemas de distribución de agua existentes en el área de estudio. García Moreno, Carchi. 2014.

En gabinete con una imagen satelital SPOT 6 a escala 1:10000 se identificó la zona de estudio, luego en campo con un GPS y un promotor local se identificó el canal principal, secundario y canales existentes en el área de estudio. Posteriormente con el software GIS y los puntos identificados, se digitalizó en pantalla los canales, esto para incluirlo en un Sistema de Información Geográfica, en el cual se puede calcular la longitud de los canales.

3.3.2 Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio

En el cálculo del requerimiento hídrico de los cultivos, interviene el cultivo y el tipo de suelo, las cuales definen las zonas netamente regables. En el gráfico 9 se observa la estructuración para calcular el requerimiento hídrico y su distribución.

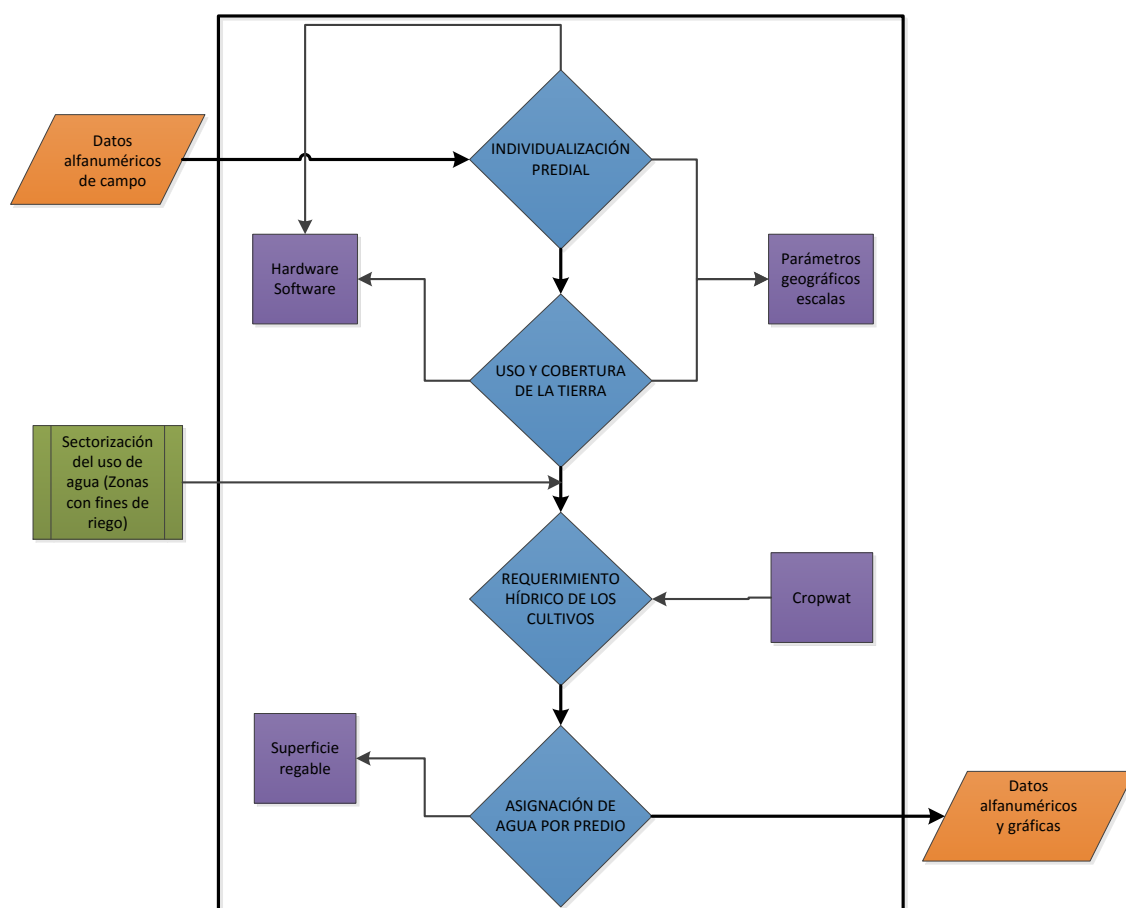


Gráfico 9. Estructuración para el cálculo del requerimiento hídrico de los cultivos de los bloques 3 y 4. García Moreno, Carchi. 2014.

3.3.2.1 Individualización de los predios

El proceso de individualización de los predios inició con la información cartográfica de la zona. La escala de impresión utilizada en campo fue 1:5000 para la imagen satelital (ortofoto). Sobre esta imagen se elaboró el catastro, permitiendo ubicar y delimitar los predios en campo.

Adicionalmente, la delimitación de los predios se realizó con un promotor de la zona mediante un recorrido en campo por toda el área de estudio; para esto se utilizó una laptop, GPS y el programa DNRGarmin, permitiendo navegar en tiempo real identificando los predios.

Con la información recopilada en campo y utilizando el software GIS se procedió a la digitalización en pantalla sobre una imagen satelital SPOT 6, para incluirlo en un Sistema de Información Geográfica, donde se calculó el área de cada predio, la superficie regable y la superficie de construcciones.

3.3.2.2 Levantamiento del uso y cobertura de la tierra

Conjuntamente con la individualización predial, se realizó el levantamiento de la información de uso y cobertura de la tierra. Mediante la información obtenida en campo, ayudada con una matriz (ver anexo 26) y la utilización de la imagen satelital SPOT 6, se trazó los límites de cada uso, definiendo el uso y cobertura de cada predio en base a las siguientes clases: cultivos anuales, cultivos perennes, urbanizaciones, pastos, bosque natural y bosque artificial.

Con la información del uso y cobertura de la tierra, se determinó el uso del agua en el área de estudio; con estos resultados se obtuvo el área netamente regable, las cuales se puede observar más adelante.

3.3.2.2.1 Sectorización general de uso de agua

La sectorización del uso de agua se realizó simultáneamente con la individualización predial, llegando a determinar el uso de agua de los bloques 3 y 4.

La información obtenida fue procesada y digitalizada para obtener un mapa temático de sectorización general de uso del agua.

3.3.2.2.2 Zonas con fines de riego

Para el estudio del suelo se utilizó el mapa de fertilidad del Ecuador a escala 1:250000, con el fin de planificar los puntos de muestreo.

En campo, con los puntos planificados se realizó las calicatas, barrenaciones e infiltraciones, esto con el fin de determinar las áreas homogéneas, las cuales sirvió para obtener las zonas con fines de riego.

Para obtener las áreas aptas para riego, se utilizó dos variables: suelo y pendiente, factores importantes para seleccionar un suelo a ser regado.

Para determinar las áreas aptas para riego se utilizó la fórmula que Calvache (1997) utiliza en algunas investigaciones.

$$Sr = St - Sn - Sc$$

Donde:

Sr: Superficie regable

St: Superficie total

Sn: Superficie no apta para el riego (suelo, pendiente)

Sc: Superficie de construcciones

Para esta investigación se utilizó la clasificación de pendientes del MAG-PRONAREG-ORSTOM, 1983.¹ (cuadro 6)

Cuadro 6. Clases, Rangos y Descripción de pendientes.

Clase	Rango %	Descripción
1	0-5	Pendiente débil
2	5-12	Pendiente suave
3	12-25	Pendiente moderada
4	25-40	Pendiente fuerte
5	40-70	Pendiente muy fuerte
6	>70	Pendiente abrupta

Fuente: MAG-PRONAREG-ORSTOM, 1983.

3.3.2.3 Requerimientos hídricos de los cultivos

3.3.2.3.1 Entrada de datos al programa Cropwat

Para FAO (2005), los datos de entrada que requiere el programa Cropwat son los siguientes:

a) Datos climáticos mensuales (monthly climate data)

En la pantalla principal del programa seleccionamos el icono de Clima/ETo (Climate/ETo), aparece un cuadro donde hay que llenar datos como: País, Estación, Altitud, Latitud, Longitud, Temperatura (máxima, mínima), Humedad, viento e insolación; y automáticamente se calcula la radiación y los datos de la ETo que son necesarios para el requerimiento de los cultivos.

Se introdujo datos de serie de 20 años desde enero hasta diciembre de una estación establecida, si no se tiene datos de insolación se puede estimar con la opción que nos da el programa, en este caso no se realizó la estimación.

¹ Programa Nacional de Regionalización (PRONAREG) 1984. Los principales procesos erosivos en el Ecuador. Quito - Ecuador.

El próximo paso consiste en introducir los datos de lluvia. En el menú principal seleccionamos Precipitación (Rain). Se abre la ventana de entrada de datos climáticos mensuales (Monthly Rain).

Se introducen los datos de precipitación total de todos los meses. La precipitación efectiva es calculada automáticamente por el Cropwat utilizando el método adecuado, en este caso se utiliza el porcentaje fijo (80%). Se guardará estos datos en un archivo presionando el botón "Save". El nombre puede ser el que desee, pero la extensión *crm* no debe cambiarse (FAO, 2005).

b) Datos del cultivo

Para calcular el requerimiento hídrico se realizó tomando en cuenta el cultivo predominante (mayor superficie sembrada) por cada predio.

El procedimiento para la entrada de datos de cultivo es la siguiente:

En el primero se introducen los datos del cultivo seleccionando Cultivo (Crop) como: fecha se siembra, nombre del cultivo y la información del cultivo. Por ejemplo Crop = caraota; Kc inicial =0.42; Longitud etapa inicial =25 días; Longitud etapa de desarrollo =35 días; Depletion (umbral) = 0.45 para todas las etapas (FAO, 2005).

c) Datos del Suelo

Para obtener datos físicos del suelo, se realizó calicatas y barrenaciones donde se procedió a tomar muestras de suelo, de cada punto establecido en el polígono de estudio, para luego enviar las muestras al laboratorio para su respectivo análisis.

Estos datos de laboratorio sirven para alimentar al programa Cropwat, sin embargo no todos los datos que genera el laboratorio requiere el programa, solo algunos como: el tipo de suelo, el agua disponible en mm.m^{-1} , la velocidad de infiltración en mm.día^{-1} , la profundidad del suelo y la humedad inicial del suelo en porcentaje.

El procedimiento para la entrada de datos del suelo es el siguiente:

Antes de introducir los datos del suelo, debemos calcular la lámina almacenable por metro de profundidad utilizando la siguiente ecuación (FAO, 2005):

$$La = \frac{CC - PMP}{100} * Da * Pr$$

Donde:

La = lámina almacenable (mm.m^{-1})

CC = capacidad de campo (%)

PMP = punto de marchitez permanente (%)

Da = densidad aparente (gr.cm^{-3})

Pr = 1000

El próximo paso consiste en introducir los datos del suelo.

En el menú principal seleccionamos Soil. Se abre la ventana de entrada de datos del suelo (soil-untitled), en donde se introducen los siguientes datos: descripción del suelo, lámina almacenable total en mm.m^{-1} , tasa de infiltración máxima del suelo, agotamiento inicial de humedad en el suelo. Si el suelo se encuentra a capacidad de campo, el agotamiento es de 0 %; si el suelo está seco el agotamiento es de 100%, humedad disponible inicial en el suelo en mm.m^{-1} (FAO, 2005).

Finalmente seleccionamos Save para guardar el archivo como franco soi. El nombre franco puede ser reemplazado, pero la terminación soi es la misma.

Luego se procede a calcular el requerimiento hídrico por cultivo y por predio, los datos de suelo se utiliza por bloque hidráulico y los datos climáticos permanecen iguales en todos los casos porque sólo existen datos de una estación meteorológica que representa a todo el sector en estudio.

En la lámina neta (mm) de riego calculada por el Cropwat, se identificaron valores críticos (exceso y déficit) de los meses de época seca, valores que sirven para conocer la lámina máxima y mínima que se debe aplicar en cada bloque hidráulico.

Por último se procedió al cálculo de la lámina bruta, para luego determinar la asignación de agua por superficie y por predio, esto se obtiene dividiendo la lámina neta para la eficiencia de operación que para este caso es de 80 %.

3.3.2.4 Asignación de agua por predio

Con la superficie regable determinada se procedió al cálculo de la dotación de agua, el cual se obtuvo a partir del requerimiento hídrico.

Para calcular el requerimiento hídrico se realizó los cálculos de evapotranspiración de cultivo, necesidades netas y necesidades totales de los cultivos predominantes.

Según Cadena (2012), para calcular la evapotranspiración del cultivo se procede mediante la siguiente formula:

$$Etc = Etp \times Kc$$

Donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

ETp: Evapotranspiración potencial (mm)

Kc: Coeficiente del cultivo

Para calcular las necesidades netas de los cultivos según Cadena 2012, se utiliza la siguiente formula:

$$Nn = Etc - Pe$$

Donde:

Nn: Necesidades netas (mm)

Pe: Precipitación efectiva (mm)

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

Las necesidades totales o requerimiento hídrico total según Cadena 2012, se obtuvo con la siguiente formula:

$$Nt = Nn / Ea$$

Donde:

Nt (Rht): Necesidades totales o requerimiento hídrico total (mm)

Nn: Necesidades neta (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación (%)

Los valores climatológicos para el cálculo del ETp se obtuvieron del programa Cropwat 8.0 de la FAO.

Los coeficientes de los cultivos (Kc), corresponden a los cultivos índices o predominantes, estos cultivos índices se determinaron con el análisis de la información del uso de los predios.

Finalmente la asignación de agua para cada uno de los predios se obtuvo de la multiplicación de la superficie, es decir la superficie que tiene cada predio, por el requerimiento hídrico correspondiente.

3.3.3 Propuesta para la distribución técnica del agua de riego

Para la propuesta fue necesario conocer el requerimiento hídrico que necesita el suelo, así como el área netamente regable de los bloques 3 y 4.

Con los datos obtenidos en campo, y viendo la necesidad de agua de riego de los habitantes de los bloques 3 y 4, se propuso la siguiente estructuración del modelo para la distribución técnica del agua, el cual se observa en el gráfico 10.

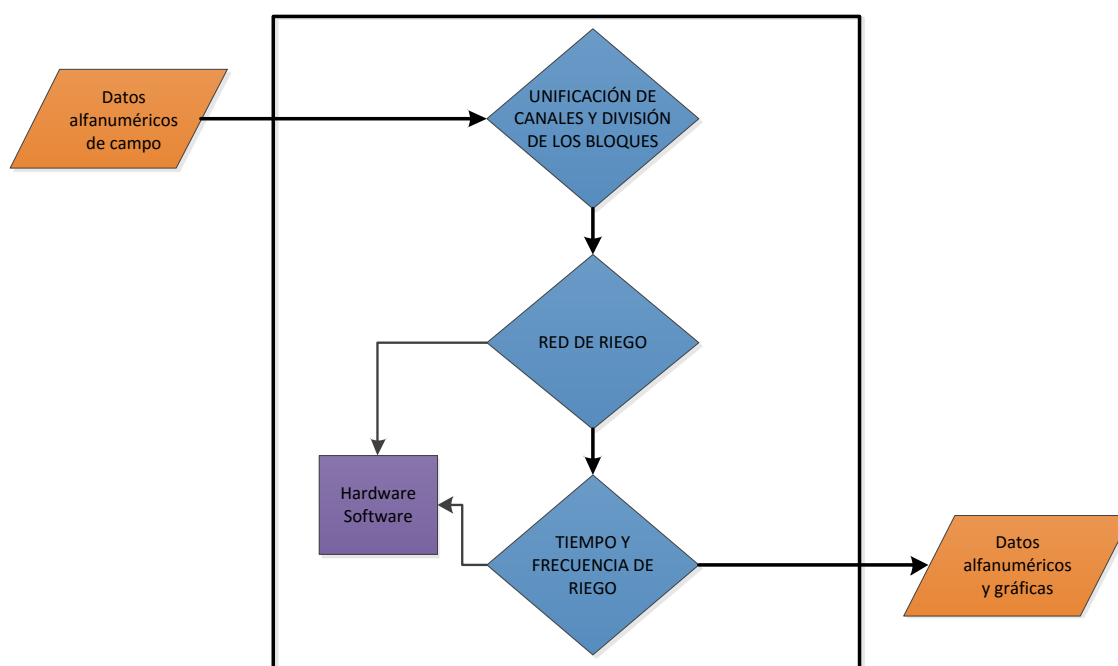


Gráfico 10. Estructuración de la propuesta técnica de distribución del agua de riego para los bloques 3 y 4. García Moreno, Carchi. 2014.

3.3.3.1 Unificación de canales de riego y división de los bloque 3 y 4.

Una de las propuestas que se planteó en este estudio fue la unificación de los canales existentes y la división de los bloques 3 y 4, en sub-bloques, esto con el fin de mejorar la distribución del agua.

3.3.3.2 Red de riego

Para la implementación de un sistema eficiente de riego se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Selección de cultivos capaces de proporcionar rentabilidad a fin de que cubra los gastos e inversiones.
- El requerimiento hídrico de los cultivos, con el fin de conocer la cantidad de agua que requiere el bloque 3 y 4.

Una vez establecida estas consideraciones se propuso el diseño de la red de riego, esto con el fin de mejorar la entrega del agua de riego a los predios de los bloques 3 y 4.

3.3.3.3 Tiempo de riego

En este estudio se propuso el cálculo del tiempo de riego, con el fin de determinar las horas necesarias para regar el bloque 3 y 4.

Cadena (2012), afirma que la fórmula para calcular el tiempo de riego que necesita el suelo es la siguiente.

$$Tr = Lt/Vi$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego (día)

Lt = Lamina total o lamina bruta (mm)

Vi = Velocidad de infiltración del suelo (mm.día⁻¹)

3.3.3.4 Frecuencia de riego

El cálculo de la frecuencia de riego se realizó con el fin de mejorar la distribución de agua de riego en los predios de los bloques 3 y 4.

Calvache 1997, asegura que la fórmula para el cálculo de frecuencia de riego es la siguiente.

$$Fr = Ln/Etc$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (días)

Ln: Dosis neta o lamina neta (mm)

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm.día⁻¹)

3.3.4 Elaboración de cartografía temática

En este estudio se presentó mapas temáticos a escala 1:10000, las cuales fueron realizadas durante el desarrollo de la investigación.

Mapa Base

La información base se encuentra en proyección UTM y en Datum: World Geodetic System 1984 Zona 17 Sur, a escala 1:10000. Los archivos se encuentran en formato shapefile (shp).

En todos los mapas realizados se coloca la línea base y sus respectivas leyendas.

Mapa de Polígono de estudio

El mapa muestra el área de los bloques 3 y 4.

Mapa de individualización predial

El mapa muestra los predios digitalizados en pantalla de los bloques 3 y 4.

Mapa del uso y cobertura de la tierra

A través de la individualización predial se elaboró el uso y cobertura de la tierra. En el mapa se muestra los diferentes usos por colores.

Mapa de uso del agua

En el mapa se muestra las áreas del uso de agua, las cuales se representan con distintos colores, para esto se utilizó la individualización predial realizada anteriormente.

Mapa de red de riego

En el mapa se presenta toda la distribución de red de riego digitalizado en pantalla.

Mapa de Padrón de usuarios

En el mapa se presenta los predios de los usuarios que pertenecen y no pertenecen al sistema de riego, para esto se utilizó la individualización predial realizada anteriormente.

Mapa de clasificación de tierras con fines de riego

Para el mapa de zonas con fines de riego, se utilizó el software Gis el cual permitió identificar todas las clasificaciones que son aptas para riego.

Mapa de unificación de canales de riego

En el mapa se muestra el diseño definitivo de la red de riego de este estudio.

Mapa de sub bloques de riego

En el mapa se muestra los sub-bloques que fueron determinados para la distribución de agua.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente

4.1.1 Sistema de riego

En este estudio se determinó que la composición hidrográfica del área de estudio corresponde a la cuenca del río El Ángel conformada por la micro cuenca del río Carchi y que alimenta a los ríos El Ángel, río Bobo, río Grande, río Chiquito, río Plata, río Morán, río Cariyacu y río Huarmiyacu.

4.1.2 Red de Riego

Se identificaron varios canales en la zona de estudio, estos son:

1. Canal El Artezón cuyos afluentes son: río Grande, quebrada Las Piedras, quebrada Los Violines, quebrada La Chorrera Negra, laguna Los Potrerillos y laguna El Voladero.
2. Canal San Vicente de Pusir cuyos afluentes son: laguna El Voladero y la quebrada de Baños.
3. Canal Cunquer cuyo afluente es la quebrada de Baños.
4. Canal Chulunguasig cuyo afluente es la quebrada Las Piedras.

4.1.3 Canales primarios

El canal El Artezón tiene una longitud de 56 km, aproximadamente el 87% es de tierra y el 13 % es entubada, esta parte se encuentra en el sector los Pimanes. El canal atraviesa zonas pantanosas, túneles, puentes, sectores de bosques, haciendas y propiedades de los habitantes de la población de El Ángel; dentro de este recorrido, en el km 25, el GAD de Carchi propuso el ingreso el caudal del canal Chulunguasig al canal El Artezón; así como en el km 28 la unificación de los canales San Vicente de Pusir y Cunquer.

San Vicente de Pusir es un canal de tierra que recorre una distancia de 30 km atravesando las parroquias El Ángel y García Moreno hasta llegar a la laguna artificial La Encañada donde se distribuye el agua para los sectores de San José de Tinajillas, la Posta, Yascon y San Vicente de Pusir.

Chulunguasig es un canal de tierra en malas condiciones, abandonada por los usuarios debido al costo del mantenimiento de los 43 km de longitud, los 25 usuarios decidieron unir el canal Chulunguasig al canal El Artezón, ya que circulan paralelas y llegan al mismo destino.

Cunquer es un canal de tierra bien mantenido, que se encuentra a mayor altura que los canales mencionados, actualmente el caudal del canal El Artezón circula por el canal Cunquer, por el abandono de este último.

4.1.4 Canales secundarios

Existe dos acequias, (Chulunguasig y Cunquer), que pasan por los predios de los bloques 3 y 4, las cuales están secas y en mal estado estos últimos años debido a la falta de mantenimiento, estas acequias son de tierra y tienen un distancia de 8 km y 14 km respectivamente.

El cuadro 7 muestra la distancia de los canales principales y secundarios que existen en la zona de estudio.

Cuadro 7. Canales y acequias existentes en la zona de estudio del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Sistema de distribución de aguas existentes en el área de estudio					
Cuenca	Canal	Nombre	Tipo de canal	Distancia (km)	
				Tierra	Tubería
Rio el Ángel	Principal	Artezón	Tierra y Tubería	49	7
Rio el Ángel	Principal	San Vicente de Pusir	Tierra	35	0
Rio el Ángel	Principal	Chulunguasig	Tierra	26	0
Rio el Ángel	Principal	El Tambo	Tierra	24	0
Rio el Ángel	Secundario	Cunquer	Tierra	14	0
Rio el Ángel	Principal	San Vicente de Baños	Tierra	11	0
Rio el Ángel	Secundario	Chulunguasig	Tierra	8	0
Rio el Ángel	Secundario	San Vicente de Pusir	Tierra	6	0
Rio el Ángel	Secundario	La Cangahua	Tierra	4	0
Rio el Ángel	Principal	Cunquer	Tierra	4	0

Elaborado: Autor, 2014.

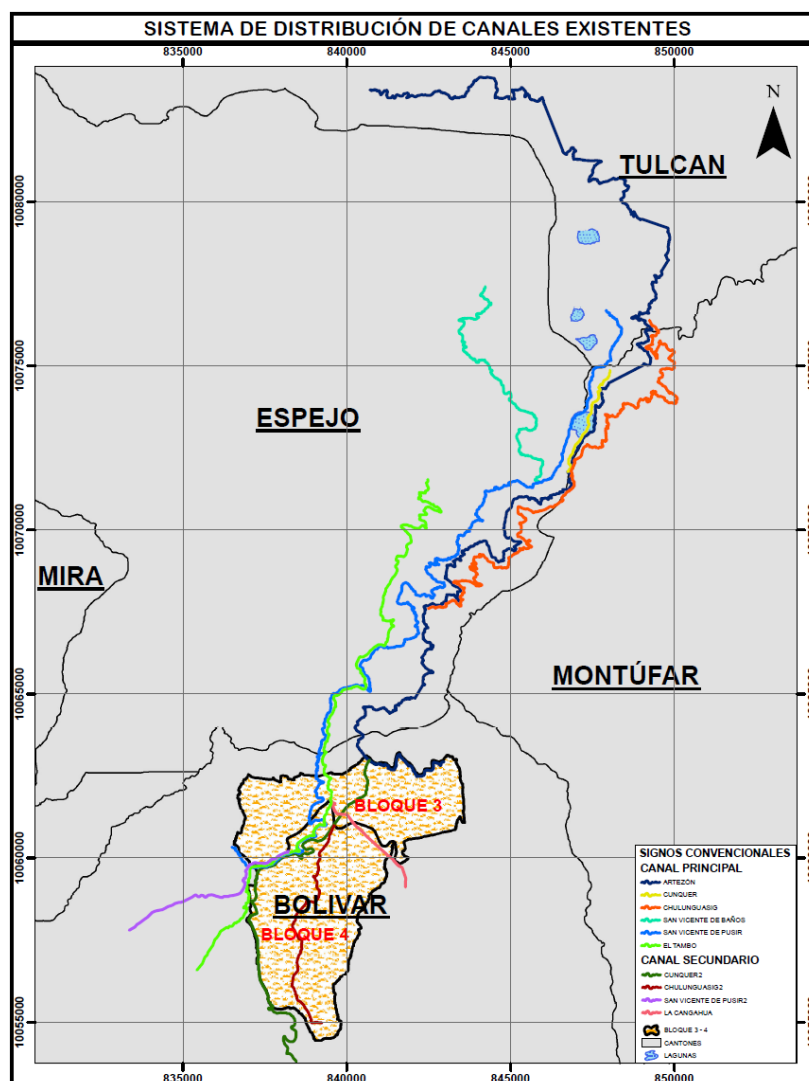


Gráfico 11. Canales de riego existentes en el área de estudio del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

El gráfico 11, indica la ubicación geográfica de la red principal y secundaria, también otros canales como: San Vicente de Pusir, Cunquer, Chulunguasig y Tambo, canales que atraviesan el área de estudio; no existe canales terciarios debido a que el agua no llega hasta los terrenos de los usuarios.

4.2 Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio

4.2.1 Individualización predial

En el presente estudio, se realizó el levantamiento predial de los bloques 3 y 4, identificando los predios que pertenecen a la junta riego, así como los predios que no forman parte de la junta de riego. Se determinó 457 predios beneficiados del servicio de riego. (ver gráfico 12)

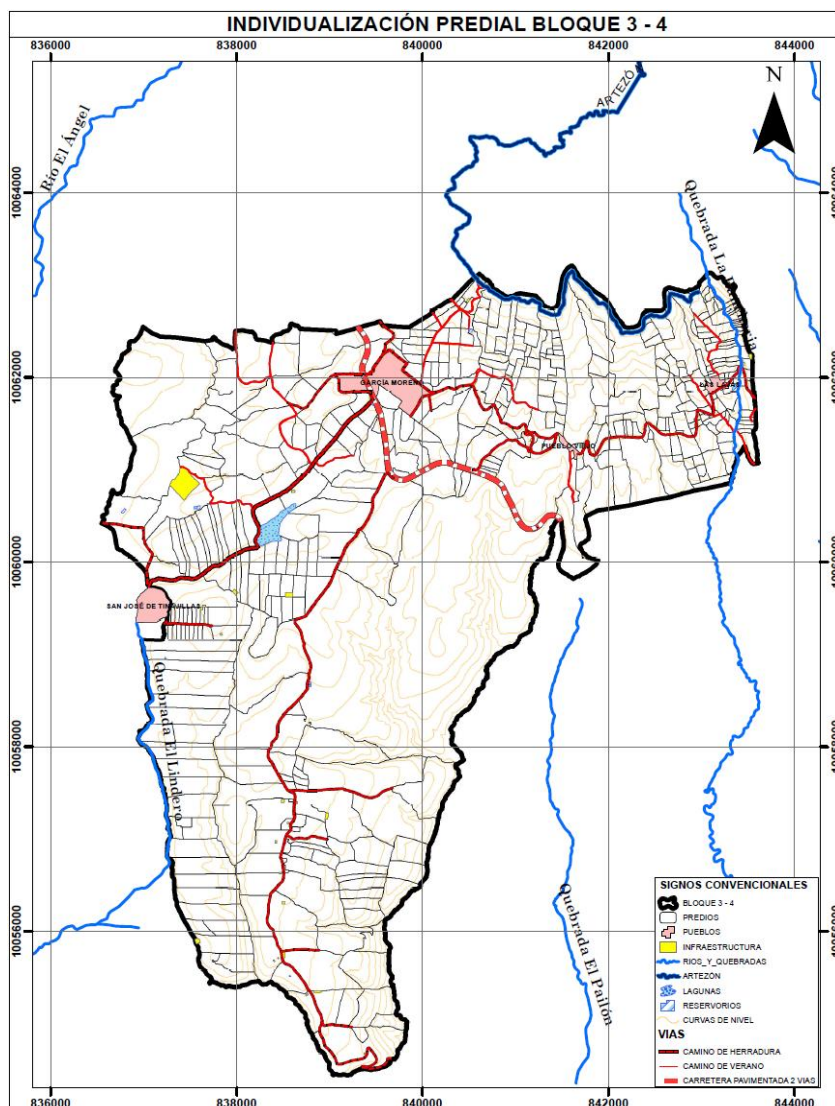


Gráfico 12. Individualización de los predios de los bloques 3 y 4, para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

4.2.1.1 Tamaño de la zona en estudio

La superficie de la zona de estudio, fue determinada por el GAD de CARCHI, en función del requerimiento hídrico y de las experiencias acumuladas por la autoridad en la gestión del sistema de riego. El cuadro 8, nos indica el área regable del sistema. De las 3150 ha que son aptas para riego, el 0,35 % no son destinados para riego, por lo tanto el 99,65 % corresponde a los predios que aplica riego.

Cuadro 8. Área regable, para el bloque 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Características	Predios	
	ha	%
Predios Ocupada por construcciones	9,68	0,31
Predios que aplica riego	3139,53	99,65
Cuerpos de agua	1,18	0,04
Total de predios con asignación de agua	3150,39	100,00

Elaborado: Autor, 2014.

4.2.2 Uso y cobertura de la tierra

Para obtener el uso y cobertura de la tierra se identificó los diferentes cultivos, tal como se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9. Uso y cobertura de la tierra de los bloques 3 y 4, del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Uso	Símbolo	Tamaño de unidad	
		ha	%
Cebada	Ce	1050,06	33,33
Papa	Pp	66,13	2,10
Maíz	Ma	43,25	1,37
Avena	Av	31,17	0,99
Flores	Fl	5,93	0,19
Habas	Ha	2,02	0,06
Terreno en descanso (Maíz)	Ba	73,69	2,34
Pasto natural	Pn	181,86	5,77
Eucalipto	Eu	125,17	3,97
Bosque secundario	Bs	31,79	1,01
Matorral húmedo	Mh	106,74	3,39
Matorral xerofita	W	1427,56	45,31
Áreas misceláneas	Aa	5,03	0,16
TOTAL		3150,39	100,00

Elaborado: Autor, 2014.

En los bloques 3 y 4 se identificaron principalmente cultivos de ciclo corto, siendo el cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare*), el cultivo de mayor distribución con 1050,06 ha, que representa el 33,33 % del área de estudio.

Además se identificó en el bloque 3 y 4 áreas con matorral xerofita que ocupa el 45,31 % del área de estudio, áreas que no tiene un uso agrícola, representando tierras con suelos erosionados no cultivables.

El gráfico 13, muestra la distribución espacial del uso y cobertura de la tierra de los bloques 3 y 4.

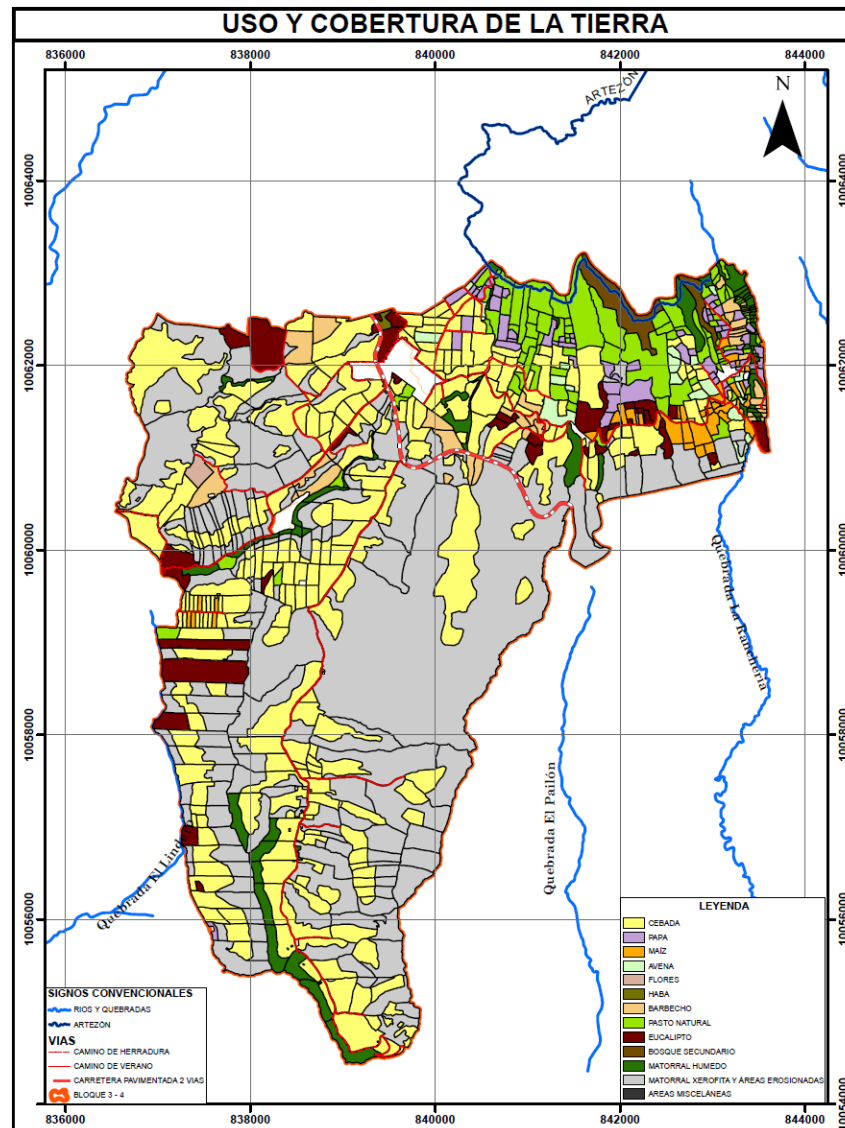


Gráfico 13. Uso y cobertura de la tierra de los bloques 3 y 4, del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

4.2.2.1 Sectorización del uso del agua

La observación en campo reflejó que el uso que le dan los usuarios al agua es netamente de categoría agrícola, esto se realizó simultáneamente con la individualización predial. Además la categoría sin uso (áreas misceláneas, bosque natural, bosque artificial, matorral húmedo y matorral xerofita) ocupa la mayor parte del área de estudio.

El gráfico 14, muestra la sectorización del uso del agua del polígono de estudio, notando que el mayor porcentaje del área no es cultivable, esto debido a las pendientes altas y excesivas áreas erosionadas en la parte baja, dando el 53,84 % sin uso.

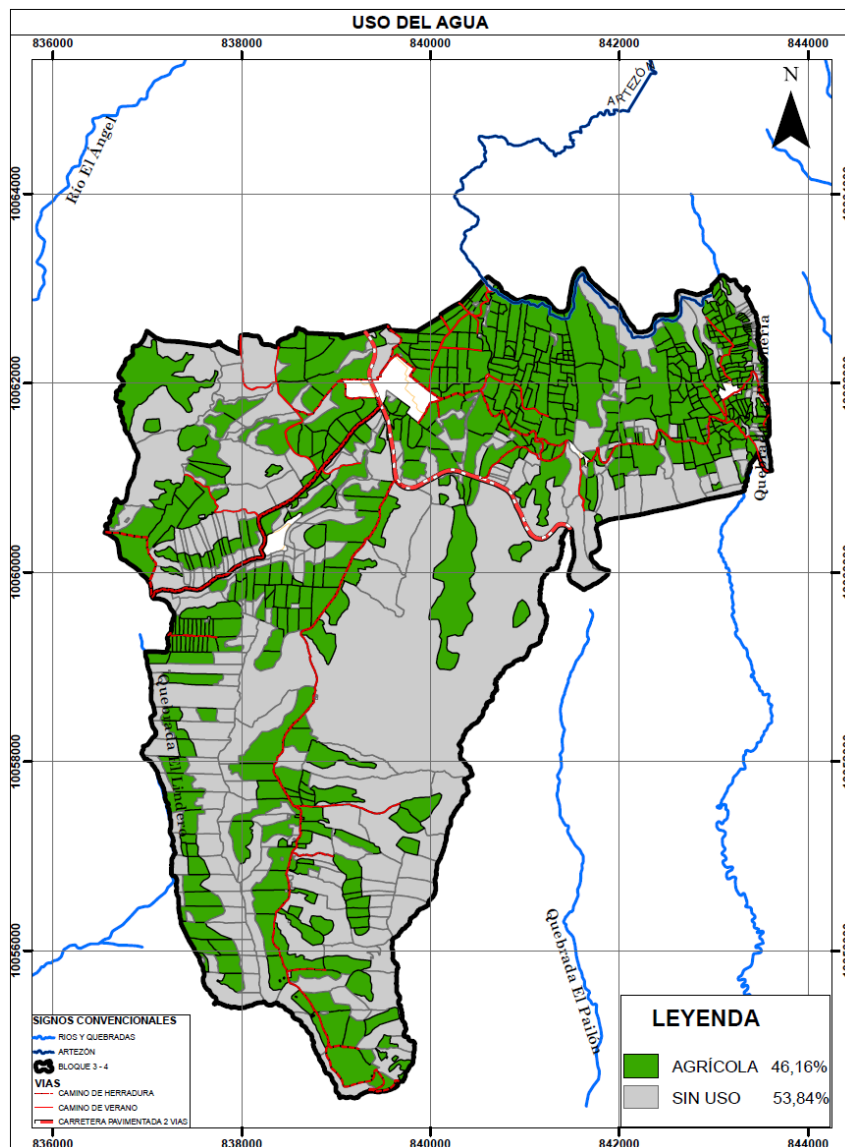


Gráfico 14. Sectorización de uso del agua en el bloque 3 y 4 del proyecto de riego el Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

4.2.2.2 Patrón de cultivos

Para el estudio se realizó el patrón de cultivos, representativo para la zona de estudio, tanto para la época seca como para la época húmeda (MAG, 1998). En los cuadros 10 y 11, se presenta un plan de cultivos propuesto, que representará económicamente la mejor alternativa de uso de la tierra.

Cuadro 10. Calendario agrícola para la época húmeda de los bloques 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

CALENDARIO DE SIEMBRAS ÉPOCA HUMEDA												
CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cebada	CEBADA									CEBADA		
Maiz	MAÍZ											MAÍZ
Avena	AVENA								AVENA			
Arveja	ARVEJA											
Papa	PAPA									PAPA		
Haba	HABA								HABA			
Pastos	PASTOS											

Elaborado: Autor, 2014.

Cuadro 11. Calendario agrícola para la época seca de los bloques 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

CALENDARIO DE SIEMBRAS ÉPOCA SECA												
CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Cebada												
				CEBADA								
Maíz												
						FRÉJOL						
Avena												
				AVENA								
Arveja												
							ARVEJA					
Papa												
				PAPA								
Habas												
			HABA									
Pastos												
	PASTOS											

Elaborado: Autor, 2014.

Cuadro 12. Cedula de cultivos para el bloque 3 y 4 del proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

CELULA DE CULTIVOS													2618 m – 3358 m	
	MESES												CLICO VEGETATIVO	ROTACÓN
CULTIVO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
Cebada	60 Esp									25 Ger	30 Mac	60 Enc	175	arveja-maíz- papa
Papa	25 Flo	25 Tub	40 Tub							30 Brr	70 Cr		190	cebada-haba- maíz
Maíz				30 Ger	60 Enc		20 Pan	20 Pol	30 Mlce	30 Mad			190	haba-papa
Fréjol				20 Ger	90 Cr				20 Flo	40 Fr			170	maíz-papa- quinua
Avena									25 Ger	30 Mac	40 Enc	40 Esp	135	papa-haba- frejol-maíz
Trigo			80 Esp							30 Ger	30 Mac	80 Enc	220	papas-habas- cebada
Arveja	30 Flo	30 Fr								30 Ger	60 Cr		150	cebada-maíz
Haba	30 Flo	30 Fr								20 Ger	70 Cr		150	papa-cebada
Hortalizas	HORTALIZAS													
Flores	FLORES													
Pastos	PASTOS													

Elaborado: Autor, 2014.

En el cuadro 12, se observa el ciclo vegetativo de los cultivos que se puede producir en la zona de estudio, además es indispensable destacar la importancia que conlleva la rotación de cultivos, la que permite obtener dos cosechas al año, sobre una misma superficie (MAG, 1998).

4.2.2.3 Zonas con fines de riego

Para el diseño de la red de riego, se realizó la división de los bloques 3 y 4, que servirá para una buena distribución del agua de riego.

4.2.2.3.1 División de los bloques 3 y 4

La división de los bloques 3 y 4 se realizó tomando en cuenta tres factores: la pendiente, el uso de suelo y la clase de suelo, llegando a obtener 7 sub-bloques a las cuales se les va a llamar óvalos, estos sub-bloques se observar en el cuadro 13 con sus respectivas áreas.

Cuadro 13. Sub-bloque obtenidos de los bloques 3 y 4 para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

sub-bloques (Óvalos)	Área
	Ha
O1	451
O2	619
O3	158
O4	92
O5	97
O6	37
O7	13
Total	1466

Elaborado: Autor, 2014.

4.2.2.3.2 Áreas aptas para riego

Las áreas aptas para riego se las obtuvo mediante el análisis de dos variables: suelo y pendiente, obteniendo los siguientes datos los cuales se observa en el cuadro 14.

Cuadro 14. Área regable de cada sub-bloque (Óvalos) por cultivo existente del bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

	ÁREA (ha)						
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Avena	4,9	0,0	9,9	0,0	14,5	0,9	0,0
Cebada	368,6	586,1	46,5	37,8	30,9	4,3	5,4
Maíz	36,2	4,8	17,4	7,2	28,2	10,4	0,0
Papa	23,9	28,1	15,1	16,8	7,1	14,6	2,6
Pasto natural	17,3	0,0	69,4	29,7	15,8	7,2	4,8
Total	450,9	618,9	158,4	91,5	96,6	37,5	12,8

Elaborado: Autor, 2014.

4.2.3 Cálculo de asignación de agua en la época seca por predio

4.2.3.1 Requerimiento hídrico por cultivo

En los siguientes cuadros se detallan los resultados que fueron ingresados al programa CROPWAT para calcular el requerimiento de los cultivos y determinar la lámina neta.

4.2.3.1.1 Datos de suelo

Con los datos obtenidos de laboratorio (anexo 27) se realizó el cuadro 15, donde se observa el agua disponible, la profundidad del suelo y la velocidad infiltración que existe en el área de estudio.

Cuadro 15. Datos físicos del suelo recolectados en campo para el programa CROPWAT. García Moreno, Carchi. 2014.

Óvalos	Tipo de suelo	Infiltración (mm.día ⁻¹)	Agua disponible (mm.m ⁻¹)	Profundidad del suelo (cm)
1	Franco arcilloso	61,44	66,67	70
2	Franco arcilloso	79,59	61,00	50
3	Franco arcilloso	60,34	62,50	80
4	Franco arcilloso	60,00	92,18	80
5	Franco arcilloso	58,93	75,85	80
6	Franco arcilloso	59,61	90,64	90
7	Franco arcilloso	59,66	81,84	70

Fuente: Análisis del laboratorio, AGROCALIDAD, Tumbaco

Elaborado: Autor, 2014.

4.2.3.1.2 Datos de cultivos

El cuadro 16, muestra el valor de Kc y la profundidad radicular de los cultivos predominantes, que fueron ingresados al programa CROPWAT.

Cuadro 16. Coeficiente de cultivo (Kc) de los cultivos predominantes en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Cultivos	Meses de Siembras	Kc				Profundidad raíz (m)
		Inicial	Crecimiento máx.	Media	Final	
Cebada	Octubre	0,35	0,75	1,15	0,45	0,90
Papa	Octubre	0,60	0,75	1,15	0,75	0,70
Maíz	Noviembre	0,58	0,82	1,15	0,60	1,00
Avena	Septiembre	0,35	0,75	1,15	0,45	0,80
Pasto	Todo el año	0,90	0,90	0,95	0,90	0,50

Fuente: FAO. 2005

El cuadro 17, indica los días de duración de la fase fenológica de estos cultivos, que fueron ingresados al programa CROPWAT.

Cuadro 17. Duración de la etapa fenológica de los cultivos predominantes en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Cultivos	Meses de siembras	Duración de la fase fenológica de los cultivos/días				
		Inicial	Desarrollo	Medio	Final	Total
Cebada	Octubre	25	30	60	60	175
Papa	Octubre	30	70	50	40	190
Maíz	Noviembre	30	60	40	60	190
Avena	Septiembre	25	30	40	40	135
Pasto	Todo el año	150	40	130	45	365

Fuente: FAO. 2005

4.2.3.1.3 Datos climáticos

Los datos climáticos que se detallan en el cuadro 18, fueron introducidos al programa Cropwat para calcular el valor de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto), misma que representa la cantidad de agua que evapotranspira un cultivo de pasto.

Cuadro 18. Datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica San Gabriel, periodo 1993 - 2012, para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m.s ⁻¹	horas	MJ.m ² .día ⁻¹	mm.mes ⁻¹
Enero	6,7	24,4	83	4,3	2,2	12,3	97,85
Febrero	7,7	24,1	84	3,8	2,3	12,9	85,90
Marzo	7,6	24,4	82	3,8	3,0	14,2	103,46
Abril	8,3	24,7	83	3,9	3,7	14,9	101,58
Mayo	7,1	25,0	79	4,4	3,5	13,8	110,81
Junio	6,7	23,8	77	4,4	2,8	12,3	100,39
Julio	7,3	23,9	74	5,7	2,0	11,4	112,59
Agosto	7,3	23,9	73	5,5	1,9	11,8	115,11
Septiembre	7,6	25,3	75	6,0	1,5	11,6	116,77
Octubre	7,7	24,7	80	5,8	2,4	13,0	112,29
Noviembre	6,8	23,6	84	5,9	3,0	13,6	99,00
Diciembre	7,0	23,6	82	4,2	3,3	13,7	99,68
Promedio	7,3	24,3	80	4,8	2,6	13,0	1255,42

Fuente: Cropwat 8.0

Cuadro 19. Precipitación efectiva calculada por el programa CROPWAT que influyen en el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Meses	ETo	Precipitación	Precipitación Efectiva	ETo
	mm.día ⁻¹	mm	Mm	mm.mes ⁻¹
Enero	3,16	55,3	44,2	97,85
Febrero	3,07	57,7	46,2	85,90
Marzo	3,34	61,6	49,3	103,46
Abril	3,39	72,7	58,2	101,58
Mayo	3,57	49,9	39,9	110,81
Junio	3,35	26,4	21,1	100,39
Julio	3,63	17	13,6	112,59
Agosto	3,71	12,9	10,3	115,11
Septiembre	3,89	37,3	29,8	116,77
Octubre	3,62	72,8	58,2	112,29
Noviembre	3,30	55,7	44,6	99,00
Diciembre	3,22	102,2	81,8	99,68
Total (mm/año)	1255,42	621,5	497,2	1255,42

Fuente: Cropwat 8.0

El cuadro 19 muestra los datos de la precipitación efectiva con la cual se estima la cantidad de agua de lluvia que está dispuesta para la planta.

4.2.4 Asignación de agua por predio

Para calcular la asignación de agua por predio se realizar los siguientes cálculos.

4.2.4.1 Requerimiento hídrico

Para calcular el requerimiento hídrico se realizó los cálculos de evapotranspiración de cultivo, necesidades netas y necesidades totales de los cultivos predominantes de los bloques 3 y 4, los cuales se muestran en los siguientes cuadros.

Cuadro 20. Evapotranspiración del cultivo (Etc) en época húmeda de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cultivo	mm.día ⁻¹											
Cebada	4,0	3,5	2,6							1,3	3,8	4,1
Maíz	3,7	4,0	4,1	3,5	2,7						2,0	2,6
Papa	3,9	3,9	3,9	3,0						2,2	2,6	3,4
Avena	2,4								1,4	4,2	4,4	4,2
Pasto	3,0	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,7	3,9	3,7	3,8	3,5	3,2

Elaborado: Autor, 2014.

Para calcular la evapotranspiración del cultivo se utilizó la evapotranspiración potencial del cultivo de referencia que se obtiene del programa Cropwat, para posteriormente multiplicar este valor por el coeficiente de cultivo; en este caso en el cuadro 20 se observa el cálculo en los meses que la precipitación es más alta (época lluviosa) y en el cuadro 21 los meses de baja precipitación (época seca).

Cuadro 21. Evapotranspiración del cultivo (Etc) en época seca de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cultivo	mm.día ⁻¹											
Cebada				1,2	4,1	4,4	4,6	4,3	3,2			
Maíz				2,0	3,0	4,2	4,8	4,9	4,2	3,1		
Papa				2,1	2,8	3,8	4,6	4,8	4,7	3,5		
Avena				1,2	4,1	4,3	4,4	2,9				
Pasto	3,0	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,7	3,9	3,7	3,8	3,5	3,2

Elaborado: Autor, 2014.

En el cuadro 21, se observa que los valores de la evapotranspiración de los meses de junio, julio y agosto son los mayores.

A continuación se detalla los valores de las necesidades netas de los cultivos predominantes del bloque 3 y 4. Las necesidades netas, es el requerimiento hídrico neto que requiere un cultivo en el día.

Cuadro 22. Necesidades netas de los cultivos predominantes del bloques 3 y 4 del sistema de riego el Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

	Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	máx
Cultivo	Época	mm.día ⁻¹												
Cebada	húmeda	2,5	1,9	1,0							0,0	2,3	1,4	2,5
	Seca				0,0	2,8	3,7	4,2	4,0	2,2				4,2
Avena	húmeda	1,0								0,4	2,3	2,9	1,5	2,9
	Seca				0,0	2,8	3,6	4,0	2,5					4,0
Papa	húmeda	2,4	2,3	2,3	1,1						0,4	1,1	0,8	2,4
	Seca				0,1	1,5	3,1	4,2	4,4	3,7	1,6			4,4
Maíz	húmeda	2,2	2,4	2,5	1,6	1,4						0,5	0,0	2,5
	Seca				0,1	1,7	3,5	4,4	4,5	3,2	1,2			4,5
Pasto natural		0,7	1,6	1,2	1,4	1,2	1,9	2,6	3,3	3,5	2,7	1,9	2,0	0,6

Elaborado: Autor, 2014.

Para calcular las necesidades netas de los cultivos según Cadena (2012), se utiliza la evapotranspiración del cultivo menos la precipitación efectiva, este cálculo se realizó tanto para época seca como para época húmeda. (Cuadro 22)

Cuadro 23. Necesidades totales (Nt) de los cultivos predominantes del bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Cultivo	Mes máximo consumo	Necesidad total (Nt) mm.día ⁻¹		Caudal característico (qz) l.s ⁻¹ .ha	
		Aspersión Ea=80%	Gravedad Ea=60%	Aspersión Ea=80%	Gravedad Ea=60%
Cebada	Julio	5,23	6,97	0,63	0,84
Avena	Julio	5,00	6,67	0,60	0,80
Papa	Agosto	5,55	7,40	0,67	0,89
Maíz	Agosto	5,65	7,53	0,68	0,90
Pasto natural	Agosto	4,40	5,86	0,53	0,70
Máximo		5,65	7,53	0,68	0,90

Elaborado: Autor, 2014.

Las necesidades totales o requerimiento hídrico, se obtuvo dividiendo las necesidades netas para la eficiencia de aplicación, este cálculo se realizó utilizando el mes de mayor consumo de agua. (Cuadro 23).

El cuadro 24, muestra el requerimiento hídrico de cada óvalo propuesto, este cálculo se realizó utilizando el requerimiento hídrico o necesidad total de agua por cultivo multiplicado por el área real regable que tiene cada óvalo. En el anexo 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 se observan la demanda de agua requerida por predio.

Cuadro 24. Requerimiento hídrico por óvalo de los cultivos predominantes de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Cultivos	Requerimiento hídrico (mm.día ⁻¹ .área regable)						
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Avena	24,51	0,00	49,52	0,00	72,52	4,50	0,00
Cebada	1926,53	3063,32	243,04	197,57	161,50	22,47	28,22
Maíz	204,43	27,11	98,26	40,66	159,25	58,73	0,00
Papa	132,58	155,88	83,76	93,19	39,38	80,99	14,42
Pasto natural	76,07	0,00	305,16	130,60	69,48	31,66	21,11
Total	2364,11	3246,30	779,74	462,01	502,14	198,36	63,75

Elaborado: Autor, 2014.

Los datos que se observan en el cuadro 25 es el caudal que se necesita para cada óvalo, este cálculo se realizó mediante el caudal característico de cada cultivo predominante multiplicado por el área real regable de cada óvalo.

Cuadro 25. Caudal requerido por sub-bloque (óvalo) de los cultivos predominantes de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Cultivo	Caudal (l.s ⁻¹ .área regable)						
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Avena	2,94	0,00	5,94	0,00	8,70	0,54	0,00
Cebada	231,18	367,60	29,16	23,71	19,38	2,70	3,39
Maíz	24,53	3,25	11,79	4,88	19,11	7,05	0,00
Papa	15,91	18,71	10,05	11,18	4,73	9,72	1,73
Pasto natural	9,13	0,00	36,62	15,67	8,34	3,80	2,53
Total	283,69	389,56	93,57	55,44	60,26	23,80	7,65

Elaborado: Autor, 2014.

4.2.4.2 Análisis del caudal

Los datos de caudal en los diferentes puntos de aforo, se los puede observar en el cuadro 26; los cuales sirven para planificar el reparto del caudal para los bloques 1-2-3-4-5, este caudal será repartido dependiendo de la superficie regable que tenga cada bloque. La Compañía Consultora Agroprecisión obtuvo un caudal de $1,303 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ para los usuarios de las parroquias El Ángel, Gracia Moreno y Los Andes, el cual se distribuirá para todos los bloques.

Cuadro 26. Caudales influyentes para la unificación de los canales. García Moreno, Carchi. 2014.

Código	Coordenadas UTM			Canal	Lugar	Caudal	
	X	Y	Z			$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	l.s^{-1}
FQP	840720	10083402	3830	Artezón	Q. Piedras	0,280	280,00
FQV	841832	10083161	3799	Artezón	Q. Violines	0,170	170,00
FQSN	847406	10080613	3700	Artezón	Q. S.N.	0,120	120,00
FQR	848761	10079626	3686	Artezón	Q. Randis	0,190	190,00
FA1	178978	10071894	3498	Artezón	Los Pimanes	0,138	137,92
FCH1	178993	10071900	3497	Chulunguasig	Los Pimanes	0,074	74,50
FSVP1	178033	10071428	3415	San Vicente de Pusir	La Rabija	0,174	174,41
FSVB1	177433	10072311	3494	San Vicente de Baños	El Recogedero	0,156	156,30
Total						1,303	1303,12

Fuente: Agroprecisión 2014.

Elaborado: Autor, 2014.

El cuadro 27, indica que el caudal proporcionado para los bloques 3 y 4 fue de 503 l.s^{-1} para un total de 1466,45 ha regables.

Cuadro 27. Caudal total por bloques para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Área (ha)	Caudal (l.s^{-1})
bloque 1 – 2	2115,69	726
bloque 3 – 4	1466,45	503
bloque 5	217,44	75
Total	3995,23	1303

Fuente: Agroprecisión 2014.

Elaborado: Autor, 2014.

El cuadro 28, muestra el valor total del caudal requerido para el bloque 3 - 4 y el valor total del caudal disponible; 503 l.s⁻¹, se obtuvo de la investigación que realizó la Consultora Agroprecisión.

Cuadro 28. Caudal requerido y caudal disponible para el bloque 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Sub-bloque	Caudal requerido (l.s ⁻¹)	Caudal disponible (l.s ⁻¹)
O1	283,69	
O2	389,56	
O3	93,57	
O4	55,44	
O5	60,26	
O6	23,8	
O7	7,65	
Total	913,97	503,00

Elaborado: Autor, 2014.

4.3 Propuesta de distribución técnica del agua de riego

En el polígono de estudio (bloques 3 - 4), se determinó los predios que pertenecen a los cuatro canales existentes. Obteniendo 311 usuarios del bloque 3 de los cuales 53 usuarios pertenecen al canal Cunquer, 2 usuarios al canal Artezón y 256 usuarios que no pertenecen a ningún canal, además en el bloque 4 existe 146 usuarios de los cuales 26 usuarios pertenecen al canal Chulunguasig, 1 usuario al canal Artezón y 119 que no pertenecen a ningún canal.

4.3.1 Distribución técnica de las redes secundarias, terciarias y cuaternarias

La esquematización del sistema de riego, se inicia definiendo los sectores beneficiados por los canales unificados y que actualmente son regados por los canales San Vicente de Pusir, Cunquer y Chulunguasig y a futuro por el canal El Artezón, para lo cual el GAD del Carchi definirá los sectores a regarse con este último canal.

Luego se procedió a la delimitación de las unidades de riego, que debido a la gran cantidad de propiedades de dimensiones reducidas será efectuada con el criterio de obtener caudales manejables y fundamentalmente poder establecer un asequible sistema de horas y frecuencias de riego en cada una de estas unidades.

El caudal requerido, para cada parcela dentro de las unidades de riego, será conducido mediante ramales de tuberías terciarias y cuaternarias a presión, las que trabajarán en función de las horas de riego debidamente establecidos.

Las entregas a las parcelas se realizarán mediante hidrantes, conectados al sistema de riego parcelario.

Para la propuesta, los bloques de riego 3 y 4 se dividieron en sub-bloques, que permitirán distribuir técnicamente el agua a todos los predios.

Se propuso 7 sub-bloques de riego, de las cuales cada sub-bloque tendrá su óvalo respectivo, que estarán colocados en sitios estratégicos para el reparto del agua.

La red de riego propuesta está dividida en principal que asigna agua a los bloques 3 y 4, secundaria que asignan agua a cada sub-bloque y redes terciarias y cuaternarias que asignan agua a cada predio.

El cuadro 29, muestra la división de los bloques 3 y 4 en sub-bloques y el número de predios que tiene cada sub-bloque.

Cuadro 29. Número de predios en cada sub-bloque (óvalos) de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Sub bloque	Predios
3	O 1	110
	O 3	51
	O 4	26
	O 5	67
	O 6	32
	O 7	25
4	O 2	146
Total		457

Elaborado: Autor, 2014.

El gráfico 15, muestra espacialmente la distribución de redes de riego propuesta, así como los sub-bloques que se estableció por medio de las variables, uso de suelo, pendiente y drenaje.

Para calcular la lámina bruta se utilizó la lámina neta generada por el programa Cropwat, para la eficiencia de aplicación (0,8).

4.3.3 Frecuencia de riego

Para obtener el número de días que transcurre entre dos riegos se utilizó la lámina neta dividida para la evapotranspiración del cultivo.

Cuadro 30. Frecuencia de riego por cultivo y por óvalo de los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Óvalos	Frecuencia de riego (días)				
	Avena	Maíz	Cebada	Papa	Pasto natural
1	8	8	8	5	11
2		8	8	8	
3	6	4	6	4	8
4		9	9	6	11
5	11	11	11	7	13
6	10	10	10	6	10
7			6	4	4

Elaborado: Autor, 2014.

Para obtener el número de días por cultivo y por óvalo se consideró la mayor evapotranspiración de cada cultivo (ETc) y la lámina neta de cada predio, estos datos generados del programa cropwat; por ejemplo en el cuadro 30 se observa que para el cultivo de cebada, hay un intervalo de riego de 8-6-9-11 y 10 días, esto quiere decir cuatro riegos por mes para el óvalo 1 y 2; cinco riegos por mes para el óvalo 3 y 7; tres riegos por mes para el óvalo 4 y 6; y dos riegos por mes para el óvalo 5.

5 CONCLUSIONES

En base a la propuesta técnica de asignación de agua de riego se obtuvo como conclusiones las siguientes:

Al mapear los sistemas de distribución de agua existentes, se identificó cuatro canales de riego, de las cuales el canal El Artezón tiene una longitud de 56 km; el canal Cunquer 4 km de longitud; el canal Chulunguasig con 26 km de longitud y el canal San Vicente de Pusir con una longitud de 35 km.

Al determinar el requerimiento hídrico de los cultivos en época seca, se identificó que la cebada es el cultivo con mayor demanda de agua, $4,2 \text{ mm.día}^{-1}$. Según Montenegro (1998), en el sector de García Moreno el valor de la demanda de agua del cultivo de cebada obtenida en una investigación era de $1,7 \text{ mm.día}^{-1}$; y en el año 2014 la demanda de agua calculada para la cebada aumento en un $2,5 \text{ mm.día}^{-1}$; determinándose que el clima y el suelo influye mucho al pasar los años.

Existen 82 predios que pertenecen a la junta de agua de riego El Artezón; con la individualización predial se determinó 457 predios dentro de los bloques 3 y 4, de los cuales 375 predios no pertenecen a junta de agua de riego. Determinándose que el predio con mayor superficie 65,89 ha de cebada, requiere $344,60 \text{ mm.día}^{-1}$ y un predio que tiene menor superficie 0,13 ha de cebada, requiere $0,68 \text{ mm.día}^{-1}$.

Se determinó que el caudal característico requerido que se necesita para regar los bloques 3 y 4 es de 913 l.s^{-1} ; comparando con el resultado obtenido por la Consultora Agroprecisión que es de 503 l.s^{-1} , se identificó que existe una deficiencia del caudal para riego, esto quiere decir que la oferta de agua disponible no satisface a la demanda de agua requerida.

Se determinó 5 clases de tierras con fines de riego, de las cuales según Valverde (2007), las clases I, II, III, y IV son aptas para riego, ocupando una superficie de 1454,11 ha; mientras que la clase V que no es apta para riego ocupa una superficie de 1696,29 ha. Observando estos datos se concluye que la superficie que no es apta para riego predomina en la zona de estudio.

Se propuso un diseño hidráulico, el cual está conformado por 7 sub bloques de riego con sus respectivas redes, llegando a definir que en el bloque 3 se obtuvo seis sub bloques y en el bloque 4 un solo sub bloque. Esta división se realizó con el fin de diseñar una red adecuada para el reparto de agua de riego.

Se propuso cuatro redes riego; la red principal que conduce el agua a los bloques 3 y 4; la red secundaria que conduce el agua a los sub-bloques y la red terciaria y cuaternaria que distribuye el agua a los predios.

Se determino que en los bloques 3 y 4 del sistema de riego El Artezón, existe una inadecuada distribución del agua de riego y que el estudio realizado demuestra lo dicho con las diferencias encontradas entre lo actual y la propuesta desarrollada en este trabajo.

6 RECOMENDACIONES

Unificar los cuatro canales de riego que existe en la zona de estudio, esto con el fin de mejorar la conducción del agua y evita los mantenimientos innecesarios de los cuatro canales. Además la Implementación de un reservorio en la parte alta donde se unen los cuatro canales de riego, con el fin de mejorar la oferta de agua para cada bloque que interviene en la zona de estudio.

Realizar un calendario de riego para cada sub-bloque (óvalos), esto debido a que, en la investigación la demanda del caudal requerido es mayor que la oferta del caudal disponible.

Diseñar un plan de riego para la clase de tierra IV, siempre y cuando estas tierras sean económicamente productivas.

Dividir los bloques 3 y 4 en sub-bloques, esto con el fin de diseñar espacialmente una estructuración de red de riego.

7 RESUMEN

ESTUDIO DE DISTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL AGUA EN EL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, SECTOR GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOQUES 3 - 4, CARCHI 2013.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia del Carchi con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de los cantones Espejo y Bolívar, lleva a cabo los ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS AL DISEÑO DEFINITIVO DE LA REHABILITACION DEL SISTEMA DE RIEGO EL ARTEZÓN, PROVINCIA DEL CARCHI, estudios que fueron ejecutados por la Consultora Agroprecisión, donde, a través de estos estudios se implementa el proyecto de tesis, donde se propuso los siguientes objetivos: Formular una propuesta de distribución técnica del agua, en base a estudios de la demanda de agua; Mapear los sistemas de distribución de agua existentes; Determinar el requerimiento hídrico para época seca, en base a la demanda de agua por predio.

La presente investigación se desarrolló en la Provincia del Carchi, Cantón Bolívar, Parroquia García Moreno, a una altitud que oscila entre los 2618 msnm – 3358 msnm; interviniendo en los sectores García Moreno, Cayales, Pueblo Viejo y San José de Tinajillas.

La metodología que se utilizó para alcanzar todos los objetivos planteados se basa en el uso de cartografía a la escala adecuada, fotografías aéreas y mediante procesos de foto interpretación, recorridos directos en campo, se llegó a realizar las siguientes actividades: Mapeo de los sistemas de distribución de aguas existentes; cálculo del requerimiento hídrico mediante el análisis de las características físicas del suelo, clima y cultivos mediante el programa CROPWAT; y la propuesta de asignación de agua en época seca por predio en base a la demanda y oferta de agua que existe.

El proyecto se dividió en tres componentes: Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente, Requerimiento hídrico de los cultivos en base a las zonas con fines de riego, Propuesta de distribución técnica del agua de riego

Levantamiento de los sistemas de distribución de agua existente

Se identificaron cuatro canales de riego en la zona de estudio; el canal El Artezón cuyo afluente es el río grande, quebrada las piedras, quebrada los violines, quebrada la chorrera negra, laguna los potrerillos y laguna el voladero; canal San Vicente de Pusir cuyo afluente es la laguna el voladero y la quebrada de baños; canal Cunquer cuyo afluente es la quebrada de baños; y el canal Chulunguasig cuyo afluente es la quebrada de piedras.

Requerimiento hídrico de los cultivos para época seca, en base a la demanda de agua por predio

El requerimiento hídrico se realizó en base a las zonas con fines de riego, siendo los resultados más relevantes los siguientes:

Una superficie de 3150 ha de la zona de estudio, de las cuales el 99,65 % son destinados para riego y el 0,35 % no son destinados para riego.

Al realizar la individualización predial se determinó 457 predios que están beneficiados para el servicio de riego del nuevo sistema de riego El Artezón.

En los bloques 3 y 4 se identificó una serie de cultivos de ciclo corto, dando como prioridad al cultivo de Cebada (*Hordeum vulgare*), como el cultivo de mayor producción con 1050,06 ha, ocupando el 33,33 % del total del área de estudio.

Las áreas aptas para riego que se obtuvo en la zona de estudio son: 450,9 ha para el sub-bloque uno; 618,9 ha para el sub-bloque dos; 158,4 ha para el sub-bloque tres; 91,5 ha para el sub-bloque cuatro; 96,6 ha para el sub-bloque cinco; 37,5 ha para el sub-bloque seis y 12,8 ha para el sub-bloque siete.

El requerimiento hídrico que se obtuvo en la zona de estudio para los bloques 3 y 4 es de 7616,41 mm.día⁻¹; y el caudal característico que se necesita para regar estos bloques es de 913,97 l.s⁻¹.

El caudal proporcionado para los bloques 3 y 4 por la Consultora Agroprecisión fue de 503 l.s⁻¹ para un total de 1466,45 ha regables.

Propuesta de distribución técnica del agua de riego

Para la propuesta fue necesario conocer el requerimiento hídrico que necesita el suelo, así como el área netamente regable de los bloques 3 y 4, siendo los resultados más relevantes los siguientes:

La unificación de los 4 canales existentes de la zona de estudio, el cual servirá para dotar de riego a todos los usuarios de las parroquias El Ángel, García Moreno y los Andes; así como la construcción de un reservorio en la parte alta donde se cruzan todos los canales existentes.

Se obtuvo 311 usuarios del bloque 3 de los cuales 53 usuarios pertenecen al canal Cunquer, 2 usuarios al canal Artezón y 256 usuarios que no pertenecen a ningún canal, además en el bloque 4 existen 146 usuarios de los cuales 26 usuarios pertenecen al canal Chulunguasig, 1 usuario al canal Artezón y 119 que no pertenecen a ningún canal.

Se propuso 7 sub bloques de riego, de las cuales cada sub bloque tendrá su óvalo respectivo, que estarán colocados en sitios estratégicos para el reparto del agua.

La red de riego propuesta está dividida en principal que asigna agua a los bloques 3 y 4, secundaria que asignan agua a cada sub bloque y redes terciarias y cuaternarias que asignan agua a cada predio.

De forma general se concluye que existe una inadecuada distribución del agua de riego y que el estudio realizado demuestra lo dicho con las diferencias encontradas entre lo actual y la propuesta desarrollada en este trabajo.

Palabras claves: Cropwat, Requerimiento hídrico, Caudal característico, Riego.

8 SUMMARY

STUDY FOR THE TECHNICAL DISTRIBUTION OF WATER IN THE ARTEZÓN IRRIGATION SYSTEM, IN THE AREA OF GARCÍA MORENO – LOS ANDES, BLOCKS 3 - 4, CARCHI 2013.

Decentralized Autonomous Government of the Province of Carchi in order to improve the quality of life of the inhabitants of the mirror and Bolivar counties, holds the ADDITION TO DESIGN STUDIES DEFINITELY THE REHABILITATION OF THE IRRIGATION SYSTEM ARTEZÓN, Carchi, studies were carried out by the consulting Agroprecisión where, through these studies the thesis project, where the following objectives are implemented: Develop a proposal for technical distribution of water, based on studies of water demand; Mapping systems existing water distribution; Determine the water requirement for the dry season, based on water demand for property.

This research was conducted in the province of Carchi, Canton Bolivar Garcia Moreno Parish, at an altitude of between 2618 m - 3358 m; intervening in the sectors Garcia Moreno, Cayales, Pueblo Viejo and San Jose de Tinajillas.

The methodology used to achieve all the objectives is based on the use of proper mapping, aerial photographs and through processes of photo interpretation, field tours direct scale reached the following activities: mapping systems existing water distribution; calculation of water requirement by analyzing the physical characteristics of soil, climate and crop by CROPWAT program; and the proposed allocation of water in the dry season by land based on the demand and supply of water there.

The project was divided into three components: Rise of the existing distribution systems water, crop water requirement based on the areas for irrigation, technical Proposed distribution of irrigation water

Lifting systems existing water distribution

Four channels of irrigation were identified in the study area; The Artezón channel which is the largest tributary river, creek rocks, broken violins, broken black jabot, the lagoon and lagoon potrerillos the precipice; San Vicente de Pusir channel whose affluent is the lagoon the precipice and broken bathrooms; Cunquer channel whose affluent is the stream of bathrooms; and Chulunguasig channel whose affluent is the stream of stones.

Water requirement of the crops to dry season, based on water demand per property

The water requirement was made on the basis of areas for irrigation, the most relevant results as follows:

An area of 3150 ha of the area of study, of which 99.65% are destined for irrigation and 0.35% are not intended for irrigation.

When performing individualization 457 farm estates that are benefited for irrigation service of the new irrigation system The Artezón was determined.

In block 3 and 4 a series of short-cycle crops identified, giving priority to the cultivation of barley (*Hordeum vulgare*), as growing larger production 1050.06 hectares, occupying 33.33% of the total area study.

Areas suitable for irrigation was obtained in the study they are: 450.9 ha for one sub-block; 618.9 ha for the two sub-block; 158.4 ha for the three sub-block; 91.5 ha for the four sub-block; 96.6 ha for the five sub-block; 37.5 ha for six sub-block 12.8 ha for seven sub-block.

The water needs to be obtained in the study area for blocks 3 and 4 is 7616.41 mm.dia-1; and the flow characteristic that is needed to irrigate these blocks is 913.97 ls-1.

The flow rate provided for blocks 3 and 4 by the consulting Agroprecisión was 503 ls-1 for a total of 1466.45 irrigated ha.

Proposed technical distribution of irrigation water

The proposal was necessary to meet the water requirement needed by the soil as well as the purely irrigable area of the blocks 3 and 4, the most relevant results as follows:

The unification of the four existing channels of the study area, which will serve to provide irrigation to all users parishes Angel Garcia Moreno and the Andes; and the construction of a reservoir at the top where all channels intersect.

311 users block 3 of which 53 belong to Cunquer channel users, 2 users and 256 channel to Artezón users who do not belong to any channel, also in block 4 are 146 users of which 26 belong to Chulunguasig channel users was obtained, 1 user and 119 channel Artezón not belong to any channel.

7 sub blocks irrigation set, which each have their respective sub block oval, which will be placed in strategic locations for water allocation.

The proposed irrigation network is divided into principal that assigns water blocks 3 and 4, which assign high water to each sub block and tertiary and quaternary networks that allocate water to each farm.

Generally conclude that there is inadequate distribution of irrigation water and that this study shows how the differences found between the actual and the proposal developed in this work.

Keywords: CROPWAT, WATER REQUIREMENT, FLOW CHARACTERISTIC, IRRIGATION.

9 REFERENCIAS

Absalón, V. (2000). *"Manejo de las cuencas Altoandinas"*. La Molina, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Agroprecision. (2014). *Estudios complementarios al diseño definitivo de la rehabilitación del sistema de riego El Artezón*. Quito, Ecuador: Autor.

Aguilar, M; Chontasi, R; Medina, G; Mena, P. (2000). *El Ecosistema; Páramo y su Conservación*. Quito, Ecuador: CAMAREN.

Alcayde, M. (2009). *El perfil del suelo y sus horizontes*. USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). disponible en URL: <https://historia-vcentenario.wikispaces.com/file/view/El+perfil+del+suelo+y+sus+horizontes.pdf> [consulta 19 de noviembre del 2013]

Almorox, J. (2010). *Evapotranspiración Potencial Según Thornthwaite*. Métodos de estimación de las evapotranspiraciones ETP y ETr. disponible en URL: <http://zaguan.unizar.es/TAZ/EPHUES/2014/13291/TAZ-PFC-2014-002.pdf> [consulta 10 de enero del 2013]

Alozabal, H. (2001). *Riego Andino, estructura de riego y técnicas sociales*. Quito, Ecuador: CAMAREN.

Andrade, R. (1974). *Los Estudios de Suelos en la Planificación General del Uso de las Tierras*. s.l: CIDINT.

Apollin, F; Eberharth, C. (1998). *Metodologías de análisis y diagnóstico de Sistemas de riego campesino*. Quito, Ecuador: CAMAREN.

Apunte, W. (2003). *Módulo de Catastro Económico*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

Blaney, Orsom. (1963). *Principios y prácticas del riego*. Barcelona, España: Editorial Reverte.

Cadena, V. (2012). *Hablemos de riego*; Relación suelo agua, Relación agua planta clima, Programación de riego. Calidad de agua de riego. Medidores de caudal. Sistemas de riego. Pastaza, Ecuador: s.n.

Calvache, M. (1993). *Requerimientos Hídricos de los cultivos Agrícolas en la Zona de Tumbaco–Pichincha*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.

_____(1997). *Agricultura de regadío*. Quito, Ecuador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

_____(2012). *Riego Andino Tecnificado*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Editorial Universitaria.

Cañar, D. (2006). *Estudio de distribución técnica del agua, del ramal Ilaló - Zona 2, del sistema de riego Tumbaco, 2005*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central Del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Choque, F. (2013). *Clasificación de suelos según la aptitud de riego en la comunidad de cebollullo*. La Paz, Bolivia: s.n

Corporación Regional de la Sierra Norte. (2001). *Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Riego Tumbaco*. Quito, Ecuador: Autor.

Cruz C. (2009). *Sistemas de riego; conceptos básicos de riego*. disponible en URL: [http://www.cadenahortofruticola.org/admin/tecno/23sistemas de riego colpozos.pdf](http://www.cadenahortofruticola.org/admin/tecno/23sistemas%20de%20riego%20colpozos.pdf) [consulta 31 de enero del 2014]

Damiani A. (2002). *Sistemas de Riego Prehispánico en el Valle de Iglesia*. San Juan, Argentina: Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Áridas Mendoza.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2005). *Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal*. disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s02.htm#TopOfPage> [consulta 19 de noviembre del 2013]

_____(2006). *Evapotranspiración del cultivo; Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. disponible en URL: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf> [consulta 19 de noviembre del 2013]

_____(2008). *Manual Cropwat para Windows*. Barcelona, España: disponible en URL: [http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwat.stm /CROPWAT MANUAL.pdf](http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/cropwat.stm/_CROPWAT_MANUAL.pdf) [consulta 19 de noviembre del 2013]

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Roma, Italia: s.n.

Fernández, C. (2005). *Estudio de distribución técnica del agua para 284 usuarios con 200 hectáreas del ramal Churuloma (zona 2) del sistema de riego Tumbaco. Tumbaco- Pichincha, 2004.* Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas.

Foro de los recursos hídricos. (2005). *Elementos para una propuesta alternativa del Gestión del Riego.* Quito-Ecuador: CAMAREN. Autor.

_____ (2011). *El riego no solo está en los sistemas públicos. Gestión compartida del riego.* Quito, Ecuador: CAMAREN. Autor.

_____ (s.f). *I Encuentro nacional de riego.* Quito, Ecuador: CAMAREN. Documentos de Discusión. Autor.

Fuentes, J. (2000). *Iniciación a la climatología.* Barcelona, España: Editorial Mundi Prensa.

Galárraga R. (2005). *Estudio y Gestión de los Recursos Hídricos del Ecuador.* Quito, Ecuador: Politécnica Nacional Departamento de Ciencia del Agua.

Gándara, D. (2002). *Gestión integral de los Recursos Hídricos, Políticas y estrategia.* Riego en el Ecuador, La política de Riego y Desarrollo Agropecuario. Quito, Ecuador: s.n.

Gaybor, A. (2009). *El despojo del agua.* Quito, Ecuador: CAMAREN.

Gurovich, R. (1996). *Riego Superficial Tecnificado.* Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt". (2006). *Geoenseñanza.* Colombia: disponible en URL: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27748/1/articulo9.pdf> [consulta 20 de noviembre del 2013]

Instituto Internacional de cooperación para la Agricultura. (1993). *Actualización del plan maestro del proyecto de riego Arenal – Tempisque.* San José, Costa Rica: Autor.

Instituto de Educación Rural. (2003). *¿Cuánto Regar? y ¿Cuándo Regar?.* Universidad de Chile: disponible en URL: <http://www.agronomía.uchile.cl/extensión/explora/2003/files/Gu%EDa%2011.pdf> [consulta 7 de noviembre del 2013]

Lizano R. (2007). *Estudio de distribución técnica del agua del sistema de riego Tumbaco ramal la viña – 2005*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (1998). *Calendario de siembras y cosechas*. Sistema de evaluación del impacto agroclimático. Quito, Ecuador: s.n.

_____. (1983). *Clasificación de pendientes*. Quito, Ecuador: s.n.

Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. (2007). *Políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano 2007 - 2020*. Quito, Ecuador: s.n.

Meyrat, A. (2000). *“Metodología para Avalúos y Catastros rurales”*. Argentina: Universidad de Bolívar.

Montenegro, M. (1998). *Estudio sobre el uso, manejo y distribución de agua para riego y consumo humano*. Demanda de agua requerida por los cultivos de la cuenca del río El Ángel. Quito, Ecuador: s.n.

Moreno, J. (2000). *Zonificación agroecológica de la cuenca baja del río Guayas-Ecuador con utilización de la Teledetección*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas.

Mosquera, T. (2011). *Hacia la formulación de una política nacional y un nuevo modelo de gestión del riego en el Ecuador*. Quito, Ecuador: CESA.

Plaster, E. (2000). *La ciencia del suelo y su manejo*. Madrid, España: Editorial Paraninfo.

Ponce, L. (2003). *Evaluación del uso del agua en los sistemas de producción a nivel de fincas en la zona alta Margen izquierdo de la Cuenca del Río Ángel, Carchi*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Sevillano, G. (2005). *Estudio de distribución técnica del agua, para 198 usuarios, con 78 hectáreas, del ramal san blas, del sistema de riego Tumbaco, Pichincha 2004*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas.

Subsecretaría de Riego y Drenaje. (2011). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011 - 2026*. Quito, Ecuador: Autor.

Tapia, X. (2002). *Evaluación del uso del agua en los sistemas de producción a nivel de fincas en la zona media del margen izquierdo de la cuenca del río Ángel- Carchi*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas.

Trezza, R. (2005). *Manual Cropwat para Windows*. Barcelona, España: disponible en URL: http://www.fao.org/ag/AGL/AGLW/manual_cropwat.pdf [consulta 19 de febrero del 2014]

Valverde, J. (2007). *Riego y Drenaje*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

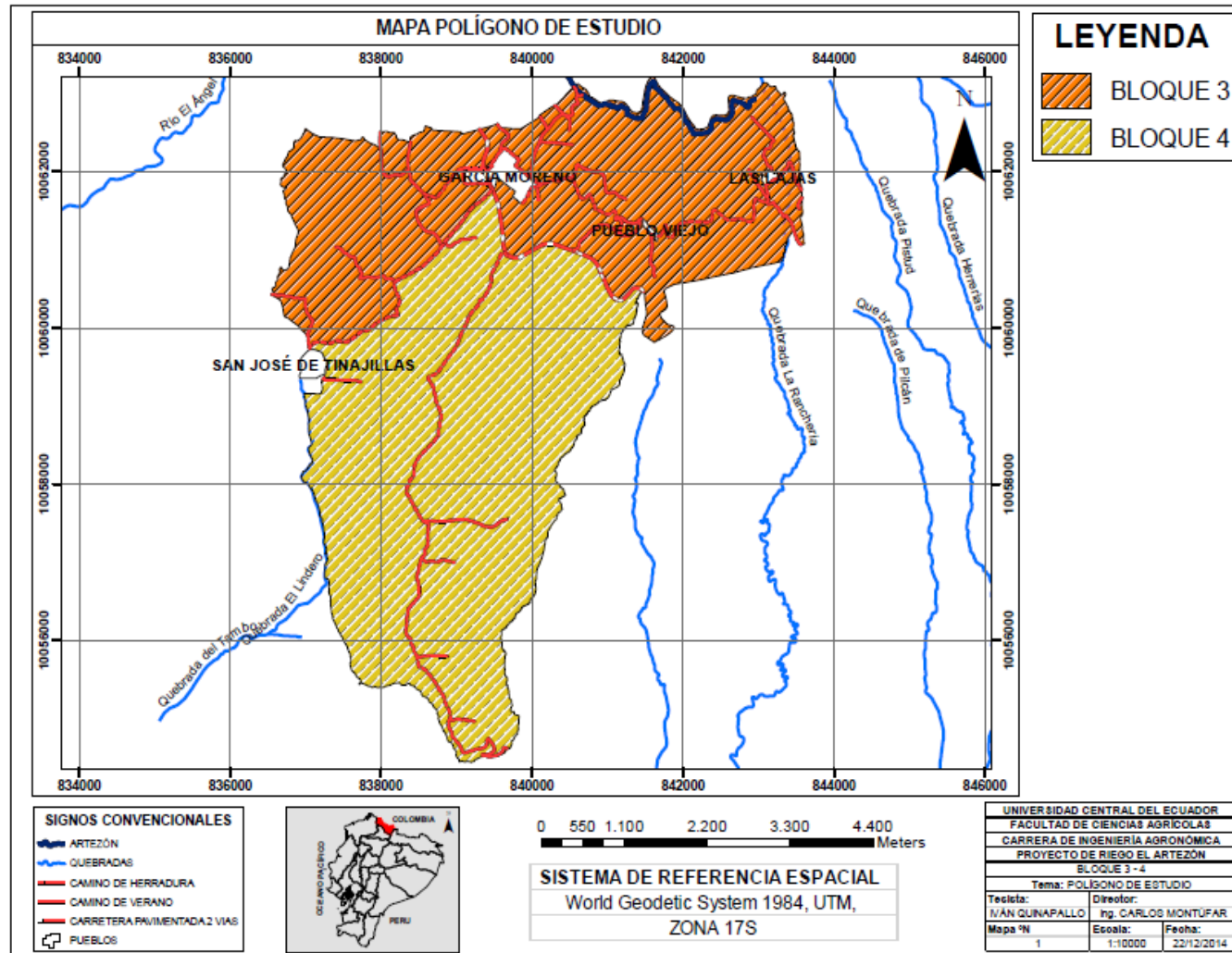
Vásquez, C. (2006). *Estudio de distribución técnica del agua, de la zona 1, del ramal ilaló, del sistema de riego Tumbaco, 2005*. Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas.

Velásquez, H. (2003). *Fundamentos de SIG*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.

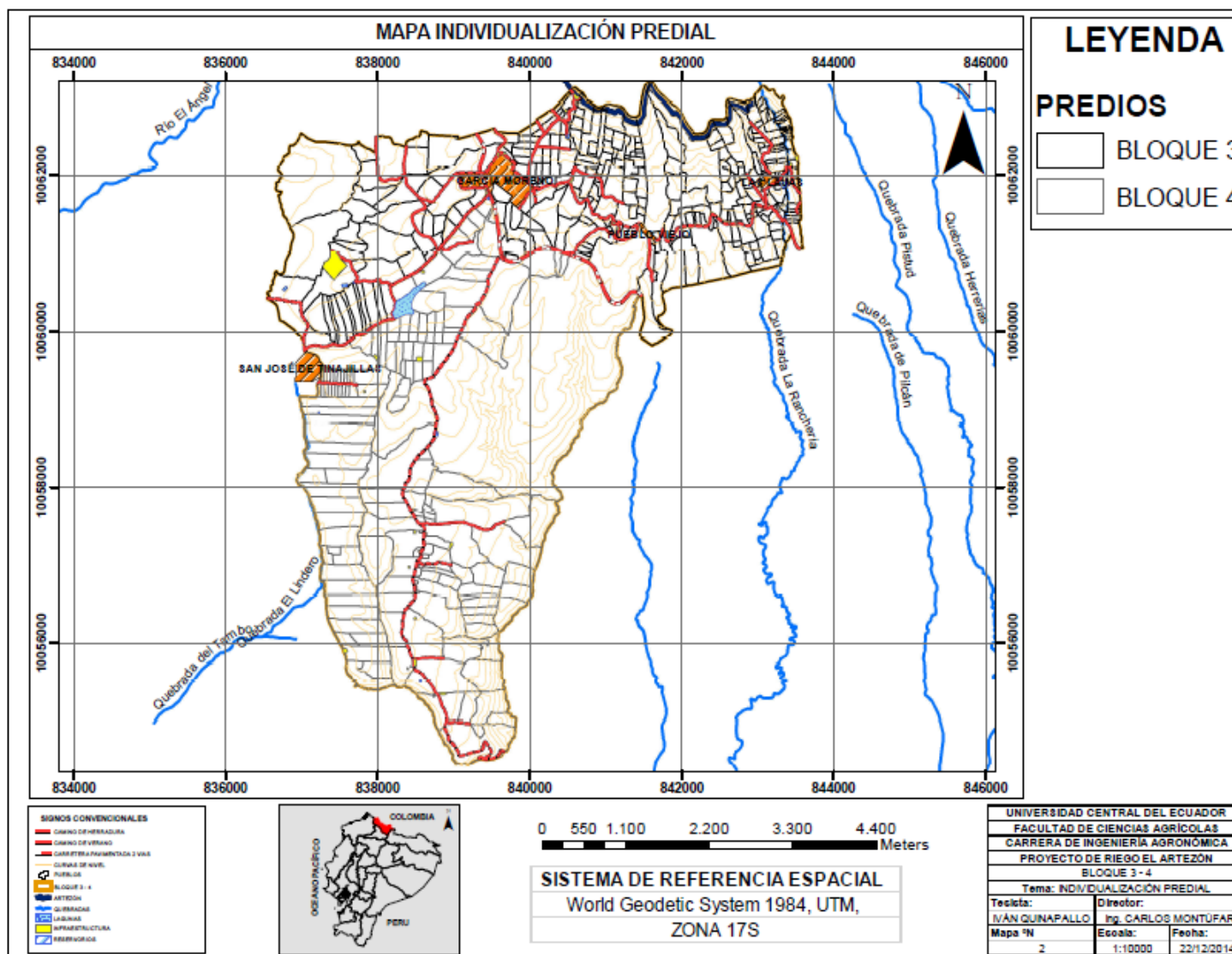
Zapata, A. (1999). *Gestión Integral de los Recursos Hídricos*. Cayambe, Ecuador: IEDECA.

10 ANEXOS

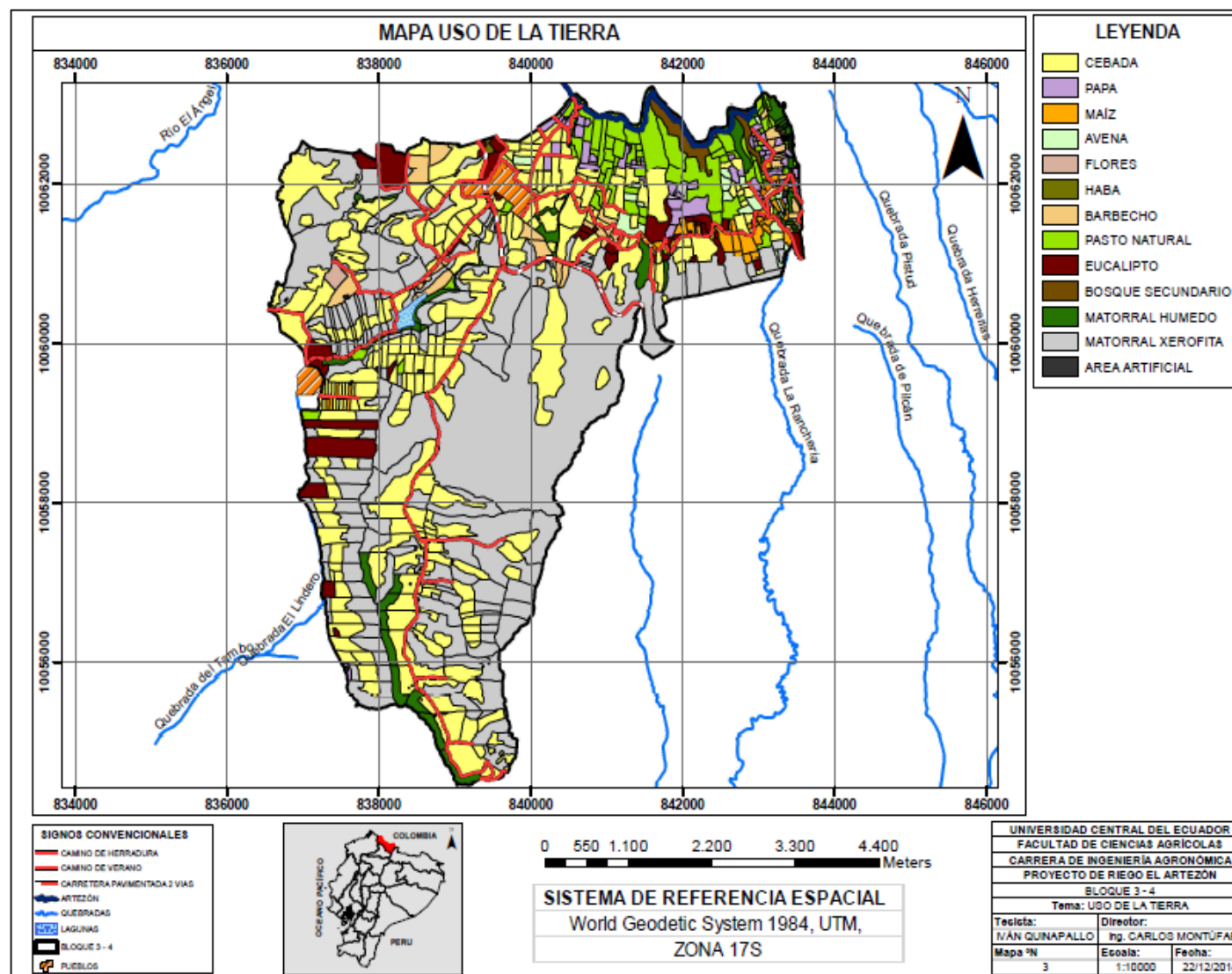
Anexo 1. Mapa del polígono de estudio de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



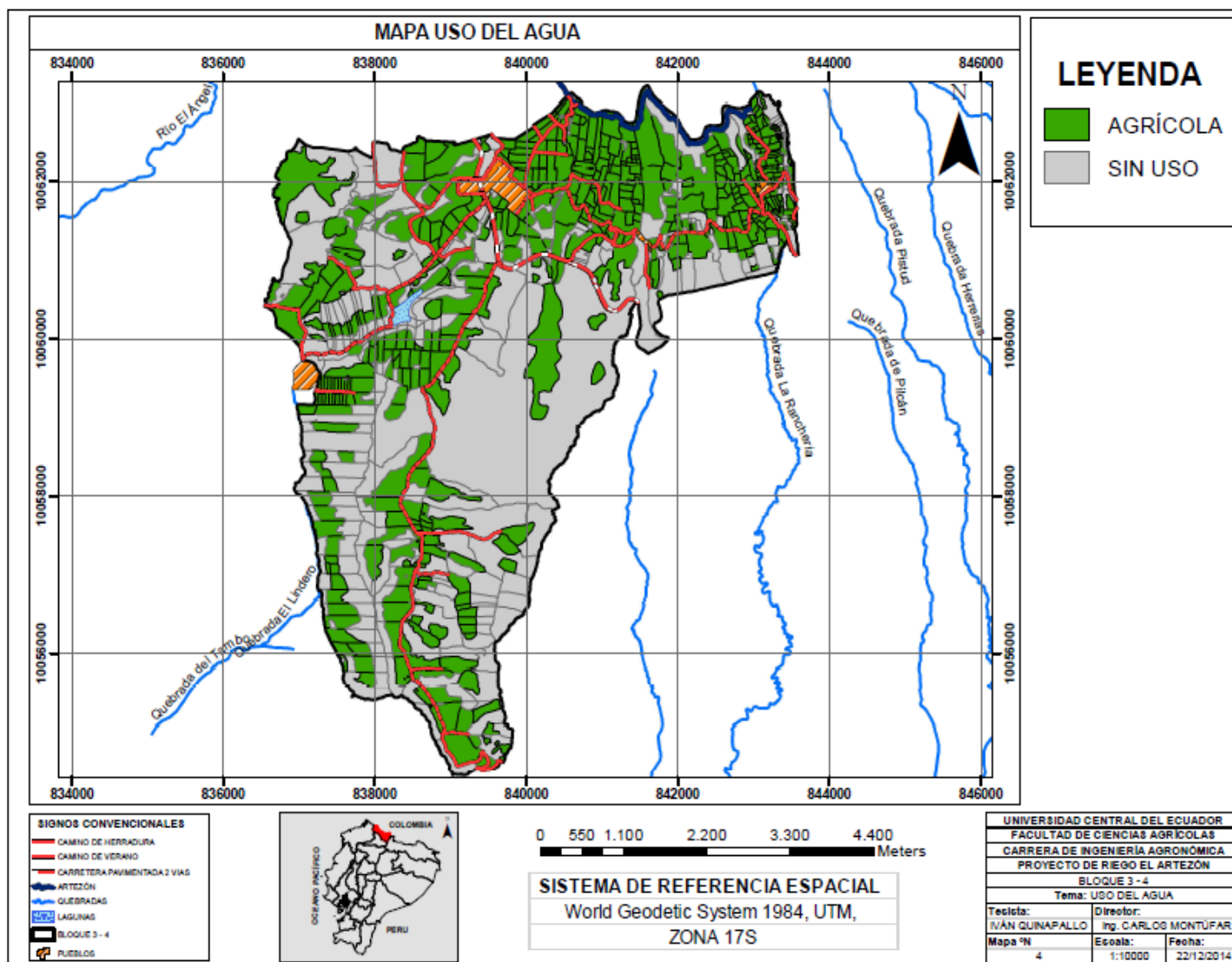
Anexo 2. Mapa de individualización predial de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



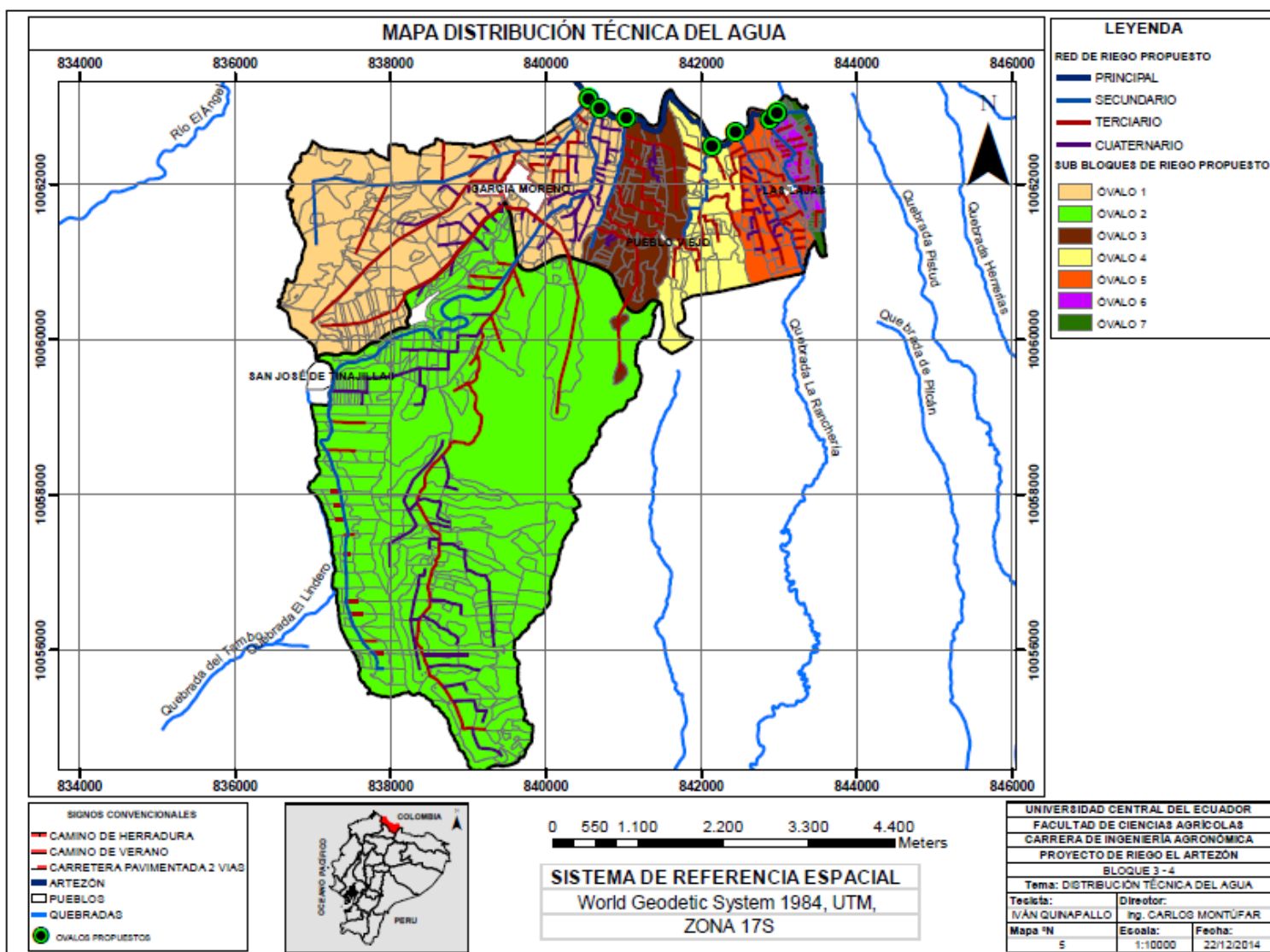
Anexo 3. Mapa de uso y cobertura de la tierra de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



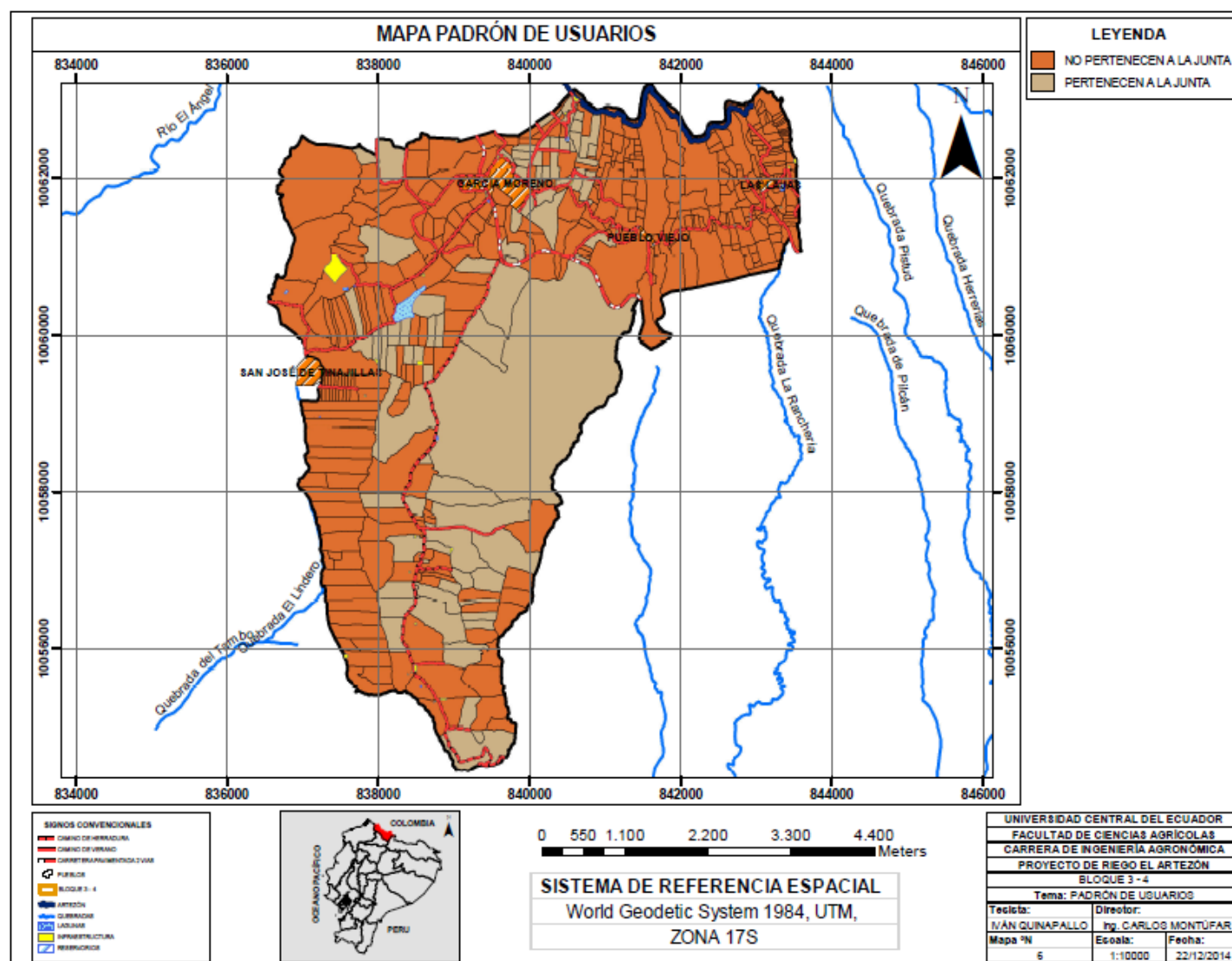
Anexo 4. Mapa de uso del agua de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



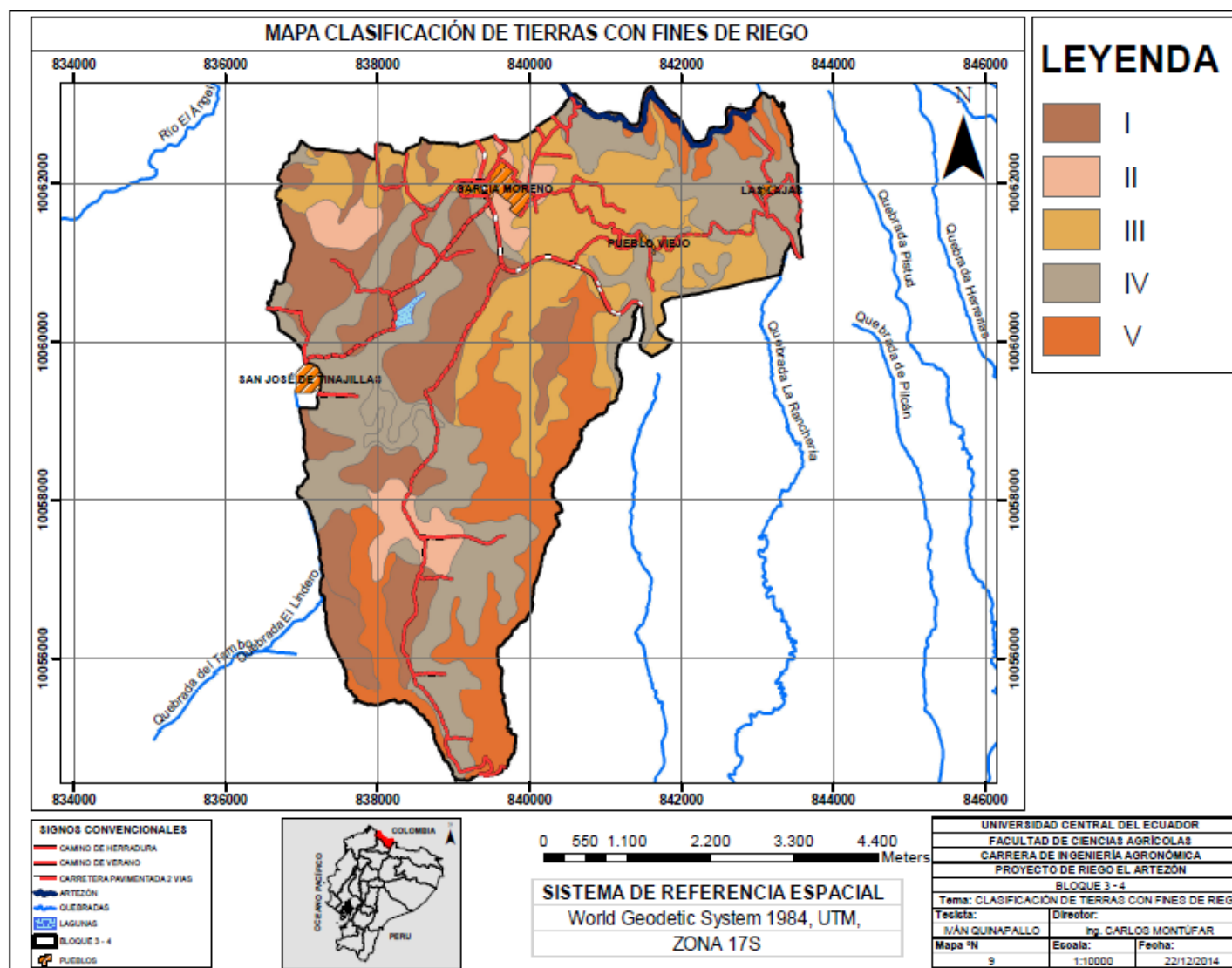
Anexo 5. Mapa de distribución técnica del agua de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



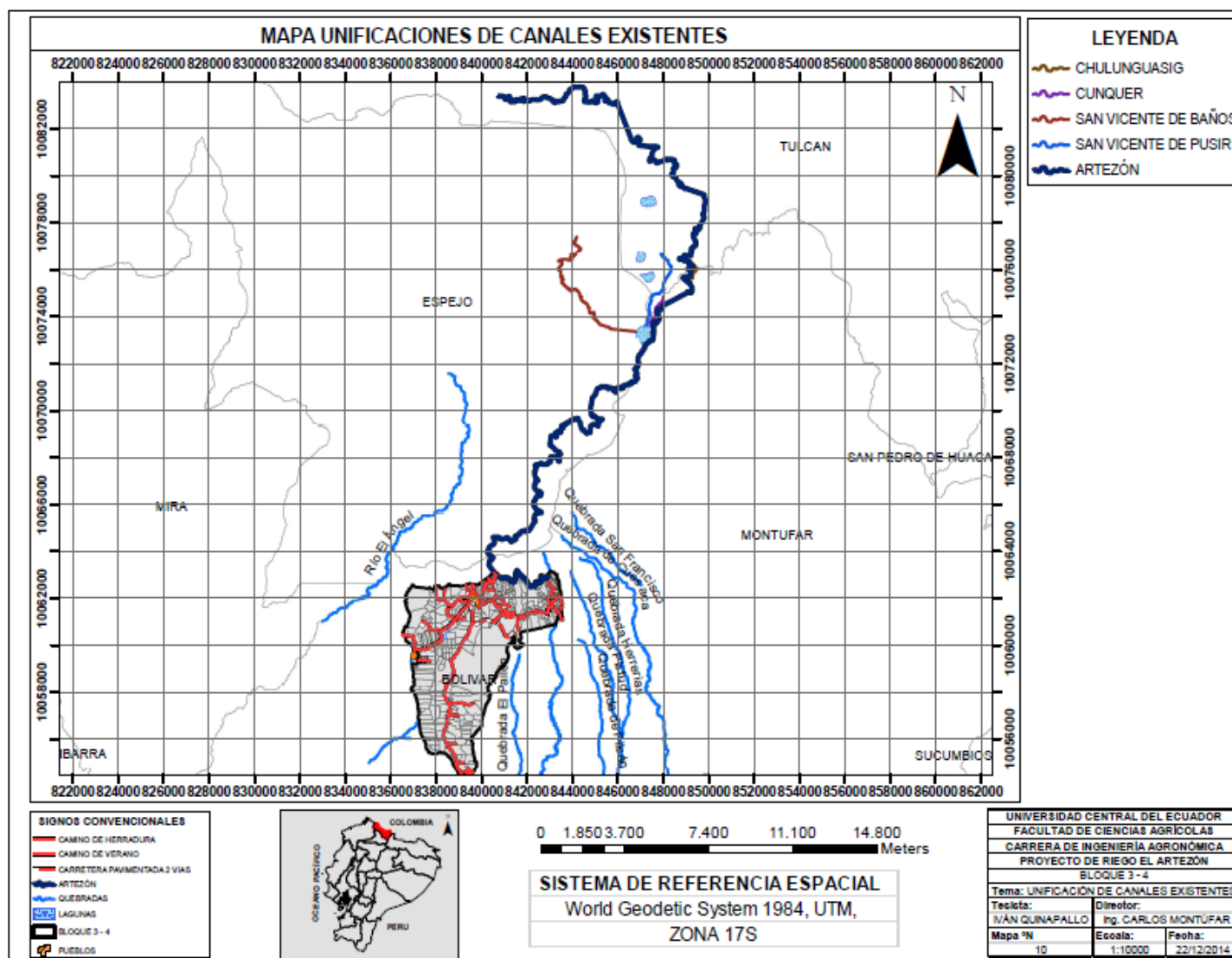
Anexo 6. Mapa de padrón de usuarios de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



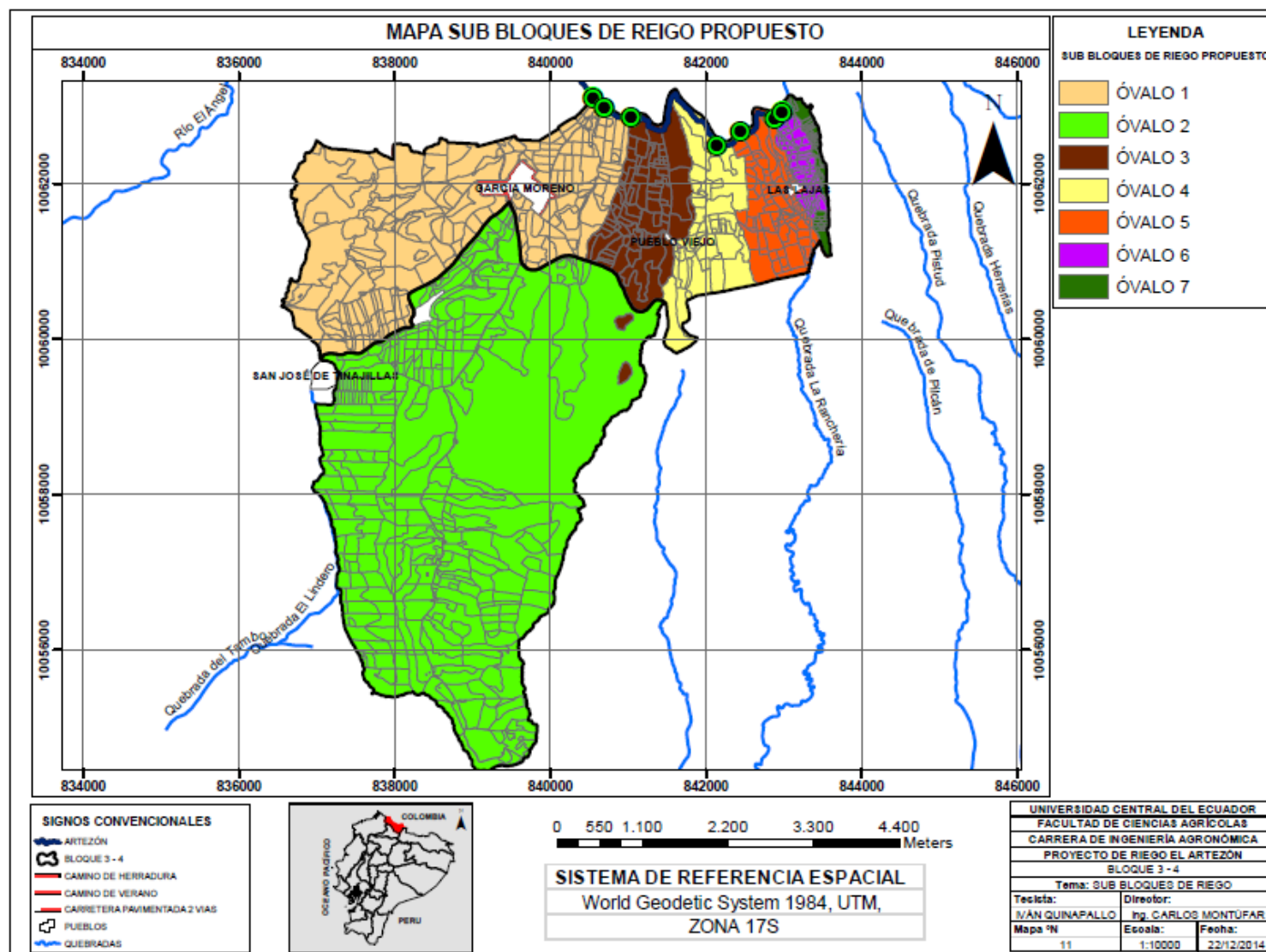
Anexo 7. Mapa de clasificación de tierras con fines de riego del bloque 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



Anexo 8. Mapa de unificación de canales de riego para el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.



Anexo 9. Mapa de los sub-bloques de riego de los bloques 3-4 para el proyecto de riego El Artezón. Carchi, García Moreno. 2014.



Anexo 10. Demanda de agua requerida en el óvalo 1 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	1	A03008	1,16	Cebada	6,07	0,73
3	1	A03015	3,48	Cebada	18,20	2,19
3	1	A03016	0,89	Papa	4,94	0,60
3	1	A03017	2,12	Cebada	11,09	1,34
3	1	A03019	2,19	Cebada	11,45	1,38
3	1	A03020	23,33	Cebada	122,02	14,70
3	1	A03022	0,42	Cebada	2,20	0,26
3	1	A03023	3,22	Cebada	16,84	2,03
3	1	A03025	0,51	Papa	2,83	0,34
3	1	A03026	2,15	Papa	11,93	1,44
3	1	A03031	1,63	Cebada	8,52	1,03
3	1	A03035	0,68	Cebada	3,56	0,43
3	1	A03036	1,77	Papa	9,82	1,19
3	1	A03038	3,03	Avena	15,15	1,82
3	1	A03040	4,79	Cebada	25,05	3,02
3	1	A03041	1,19	Papa	6,60	0,80
3	1	A03042	4,45	Cebada	23,27	2,80
3	1	A03043	5,83	Pasto natural	25,65	3,09
3	1	A03044	7,02	Cebada	36,71	4,42
3	1	A03045	2,25	Cebada	11,77	1,42
3	1	A03046	9,68	Pasto natural	42,59	5,13
3	1	A03047	3,96	Cebada	20,71	2,49
3	1	A03048	4,29	Cebada	22,44	2,70
3	1	A03054	4,17	Cebada	21,81	2,63
3	1	A03055	9,47	Cebada	49,53	5,97
3	1	A03064	17,40	Maíz	98,31	11,83
3	1	A03085	1,15	Cebada	6,01	0,72
3	1	A03086	3,08	Cebada	16,11	1,94
3	1	A03107	5,00	Cebada	26,15	3,15
3	1	A03110	3,29	Cebada	17,21	2,07
3	1	A03113	2,67	Cebada	13,96	1,68
3	1	A03120	1,78	Cebada	9,31	1,12
3	1	A03160	4,30	Cebada	22,49	2,71
3	1	A03164	1,36	Cebada	7,11	0,86
3	1	A03172	6,31	Cebada	33,00	3,98
3	1	A03173	4,17	Cebada	21,81	2,63
3	1	A03174	14,99	Cebada	78,40	9,44
3	1	A03175	11,29	Cebada	59,05	7,11

3	1	A03176	1,62	Cebada	8,47	1,02
3	1	A03180	1,49	Cebada	7,79	0,94
3	1	A03181	2,52	Cebada	13,18	1,59
3	1	A03182	4,77	Cebada	24,95	3,01
3	1	A03185	3,42	Cebada	17,89	2,15
3	1	A03186	1,12	Cebada	5,86	0,71
3	1	A03192	4,31	Cebada	22,54	2,72
3	1	A03193	11,72	Cebada	61,30	7,38
3	1	A03204	2,42	Cebada	12,66	1,52
3	1	A03207	4,77	Cebada	24,95	3,01
3	1	A03208	2,06	Cebada	10,77	1,30
3	1	A03209	0,75	Cebada	3,92	0,47
3	1	A03212	2,12	Papa	11,77	1,42
3	1	A03213	3,65	Cebada	19,09	2,30
3	1	A03218	6,72	Cebada	35,15	4,23
3	1	A03220	1,93	Cebada	10,09	1,22
3	1	A03225	6,78	Cebada	35,46	4,27
3	1	A03226	0,90	Cebada	4,71	0,57
3	1	A03228	2,20	Cebada	11,51	1,39
3	1	A03230	1,35	Cebada	7,06	0,85
3	1	A03231	4,24	Maíz	23,96	2,88
3	1	A03234	0,75	Cebada	3,92	0,47
3	1	A03237	11,88	Cebada	62,13	7,48
3	1	A03238	3,10	Cebada	16,21	1,95
3	1	A03239	1,91	Cebada	9,99	1,20
3	1	A03241	0,45	Cebada	2,35	0,28
3	1	A03248	3,38	Cebada	17,68	2,13
3	1	A03249	3,48	Papa	19,31	2,33
3	1	A03250	4,42	Cebada	23,12	2,78
3	1	A03255	3,25	Cebada	17,00	2,05
3	1	A03260	3,39	Cebada	17,73	2,14
3	1	A03262	12,01	Cebada	62,81	7,57
3	1	A03284	0,72	Cebada	3,77	0,45
3	1	A03305	1,45	Papa	8,05	0,97
3	1	A03306	2,10	Cebada	10,98	1,32
3	1	A03308	4,94	Maíz	27,91	3,36
3	1	A03309	1,12	Cebada	5,86	0,71
3	1	A03310	2,66	Cebada	13,91	1,68
3	1	A03312	2,62	Cebada	13,70	1,65
3	1	A03313	2,06	Cebada	10,77	1,30
3	1	A03314	5,62	Cebada	29,39	3,54
3	1	A03315	1,84	Avena	9,20	1,10
3	1	A03317	9,22	Cebada	48,22	5,81
3	1	A03318	5,19	Papa	28,80	3,48

3	1	A03353	3,34	Cebada	17,47	2,10
3	1	A03354	3,64	Cebada	19,04	2,29
3	1	A03360	4,59	Cebada	24,01	2,89
3	1	A03361	1,78	Pasto natural	7,83	0,94
3	1	A03362	2,17	Cebada	11,35	1,37
3	1	A03389	2,15	Cebada	11,24	1,35
3	1	A03391	1,44	Cebada	7,53	0,91
3	1	A03394	2,45	Cebada	12,81	1,54
3	1	A03397	2,17	Papa	12,04	1,45
3	1	A03399	1,05	Cebada	5,49	0,66
3	1	A03408	1,32	Cebada	6,90	0,83
3	1	A03420	11,82	Cebada	61,82	7,45
3	1	A03426	0,89	Cebada	4,65	0,56
3	1	A03427	42,85	Cebada	224,11	27,00
3	1	A03428	11,87	Cebada	62,08	7,48
3	1	A03434	2,42	Cebada	12,66	1,52
3	1	A03440	9,65	Maíz	54,52	6,56
3	1	A03441	0,43	Papa	2,39	0,29
3	1	A03442	2,13	Papa	11,82	1,43
3	1	A03444	3,40	Cebada	17,78	2,14
3	1	A03445	0,39	Papa	2,16	0,26

Anexo 11. Demanda de agua requerida en el óvalo 2 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
4	2	A04001	0,79	Maíz	4,46	0,54
4	2	A04002	2,81	Cebada	14,70	1,77
4	2	A04003	5,60	Cebada	29,29	3,53
4	2	A04004	0,77	Cebada	4,03	0,49
4	2	A04009	0,76	Cebada	3,97	0,48
4	2	A04010	1,55	Cebada	8,11	0,98
4	2	A04011	0,76	Cebada	3,97	0,48
4	2	A04018	3,44	Cebada	17,99	2,17
4	2	A04021	2,39	Cebada	12,50	1,51
4	2	A04027	0,79	Cebada	4,13	0,50
4	2	A04029	2,33	Cebada	12,19	1,47
4	2	A04033	1,55	Cebada	8,11	0,98
4	2	A04034	3,13	Cebada	16,37	1,97
4	2	A04039	2,77	Cebada	14,49	1,75
4	2	A04049	0,84	Cebada	4,39	0,53

4	2	A04050	3,02	Cebada	15,79	1,90
4	2	A04051	0,80	Maíz	4,52	0,54
4	2	A04052	2,80	Cebada	14,64	1,76
4	2	A04056	6,19	Cebada	32,37	3,90
4	2	A04058	4,20	Cebada	21,97	2,65
4	2	A04060	6,00	Cebada	31,38	3,78
4	2	A04061	4,57	Cebada	23,90	2,88
4	2	A04063	6,50	Cebada	34,00	4,10
4	2	A04065	7,88	Cebada	41,21	4,96
4	2	A04071	2,90	Cebada	15,17	1,83
4	2	A04074	8,96	Cebada	46,86	5,64
4	2	A04075	5,64	Cebada	29,50	3,55
4	2	A04087	2,77	Cebada	14,49	1,75
4	2	A04111	4,58	Cebada	23,95	2,89
4	2	A04114	6,80	Papa	37,74	4,56
4	2	A04115	3,51	Cebada	18,36	2,21
4	2	A04116	4,36	Cebada	22,80	2,75
4	2	A04117	6,07	Cebada	31,75	3,82
4	2	A04121	2,91	Cebada	15,22	1,83
4	2	A04161	19,37	Cebada	101,31	12,20
4	2	A04166	65,89	Cebada	344,60	41,51
4	2	A04167	0,87	Cebada	4,55	0,55
4	2	A04168	7,20	Cebada	37,66	4,54
4	2	A04169	0,80	Cebada	4,18	0,50
4	2	A04170	0,79	Cebada	4,13	0,50
4	2	A04171	6,38	Cebada	33,37	4,02
4	2	A04177	4,65	Papa	25,81	3,12
4	2	A04178	5,70	Cebada	29,81	3,59
4	2	A04179	6,71	Cebada	35,09	4,23
4	2	A04183	3,68	Cebada	19,25	2,32
4	2	A04187	1,30	Cebada	6,80	0,82
4	2	A04191	1,18	Cebada	6,17	0,74
4	2	A04205	4,21	Cebada	22,02	2,65
4	2	A04206	0,62	Cebada	3,24	0,39
4	2	A04210	3,75	Cebada	19,61	2,36
4	2	A04214	4,77	Cebada	24,95	3,01
4	2	A04217	2,29	Papa	12,71	1,53
4	2	A04221	3,25	Cebada	17,00	2,05
4	2	A04222	2,34	Cebada	12,24	1,47
4	2	A04223	0,83	Maíz	4,69	0,56
4	2	A04224	5,23	Cebada	27,35	3,29
4	2	A04227	4,60	Cebada	24,06	2,90
4	2	A04229	6,41	Cebada	33,52	4,04
4	2	A04232	2,47	Cebada	12,92	1,56

4	2	A04233	1,64	Maíz	9,27	1,12
4	2	A04235	1,81	Cebada	9,47	1,14
4	2	A04236	2,93	Cebada	15,32	1,85
4	2	A04240	5,27	Cebada	27,56	3,32
4	2	A04243	3,59	Cebada	18,78	2,26
4	2	A04246	2,70	Cebada	14,12	1,70
4	2	A04251	2,33	Cebada	12,19	1,47
4	2	A04252	6,36	Cebada	33,26	4,01
4	2	A04254	4,03	Cebada	21,08	2,54
4	2	A04257	1,66	Cebada	8,68	1,05
4	2	A04261	0,81	Cebada	4,24	0,51
4	2	A04263	11,19	Cebada	58,52	7,05
4	2	A04264	2,90	Cebada	15,17	1,83
4	2	A04265	8,20	Cebada	42,89	5,17
4	2	A04268	2,44	Cebada	12,76	1,54
4	2	A04269	5,36	Cebada	28,03	3,38
4	2	A04273	5,87	Cebada	30,70	3,70
4	2	A04278	11,46	Cebada	59,94	7,22
4	2	A04279	0,80	Cebada	4,18	0,50
4	2	A04283	13,00	Cebada	67,99	8,19
4	2	A04285	0,73	Maíz	4,12	0,50
4	2	A04286	4,77	Cebada	24,95	3,01
4	2	A04289	3,12	Cebada	16,32	1,97
4	2	A04307	3,21	Papa	17,82	2,15
4	2	A04311	3,11	Cebada	16,27	1,96
4	2	A04316	3,03	Cebada	15,85	1,91
4	2	A04323	3,74	Cebada	19,56	2,36
4	2	A04327	2,21	Cebada	11,56	1,39
4	2	A04355	6,70	Cebada	35,04	4,22
4	2	A04363	3,67	Cebada	19,19	2,31
4	2	A04364	8,78	Papa	48,73	5,88
4	2	A04365	14,16	Cebada	74,06	8,92
4	2	A04366	9,32	Cebada	48,74	5,87
4	2	A04367	7,19	Cebada	37,60	4,53
4	2	A04368	0,18	Cebada	0,94	0,11
4	2	A04369	7,06	Cebada	36,92	4,45
4	2	A04370	8,77	Cebada	45,87	5,53
4	2	A04373	5,50	Cebada	28,77	3,47
4	2	A04374	6,61	Cebada	34,57	4,16
4	2	A04375	0,90	Cebada	4,71	0,57
4	2	A04376	1,18	Cebada	6,17	0,74
4	2	A04377	1,08	Cebada	5,65	0,68
4	2	A04378	1,78	Cebada	9,31	1,12
4	2	A04379	1,20	Cebada	6,28	0,76

4	2	A04380	21,76	Cebada	113,80	13,71
4	2	A04381	1,76	Cebada	9,20	1,11
4	2	A04382	7,00	Cebada	36,61	4,41
4	2	A04383	1,86	Cebada	9,73	1,17
4	2	A04384	5,64	Cebada	29,50	3,55
4	2	A04385	6,59	Cebada	34,47	4,15
4	2	A04386	3,60	Cebada	18,83	2,27
4	2	A04387	0,93	Cebada	4,86	0,59
4	2	A04388	1,20	Cebada	6,28	0,76
4	2	A04390	0,34	Cebada	1,78	0,21
4	2	A04392	2,32	Papa	12,88	1,55
4	2	A04395	6,43	Cebada	33,63	4,05
4	2	A04403	5,97	Cebada	31,22	3,76
4	2	A04405	3,20	Cebada	16,74	2,02
4	2	A04406	0,84	Cebada	4,39	0,53
4	2	A04407	0,85	Cebada	4,45	0,54
4	2	A04412	5,07	Cebada	26,52	3,19
4	2	A04414	2,27	Cebada	11,87	1,43
4	2	A04415	2,27	Cebada	11,87	1,43
4	2	A04416	6,38	Cebada	33,37	4,02
4	2	A04417	0,45	Cebada	2,35	0,28
4	2	A04418	0,98	Cebada	5,13	0,62
4	2	A04419	2,71	Cebada	14,17	1,71
4	2	A04429	8,28	Cebada	43,30	5,22
4	2	A04430	2,42	Cebada	12,66	1,52
4	2	A04431	8,38	Cebada	43,83	5,28
4	2	A04433	5,92	Cebada	30,96	3,73
4	2	A04435	5,77	Cebada	30,18	3,64
4	2	A04443	0,40	Cebada	2,09	0,25
4	2	A04457	8,92	Cebada	46,65	5,62

Anexo 12. Demanda de agua requerida en el óvalo 3 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	3	A03005	1,08	Cebada	5,65	0,68
3	3	A03006	16,29	Cebada	85,20	10,26
3	3	A03012	9,42	Papa	52,28	6,31
3	3	A03024	0,49	Cebada	2,56	0,31
3	3	A03032	1,72	Cebada	9,00	1,08
3	3	A03037	3,52	Maíz	19,89	2,39

3	3	A03053	2,01	Pasto natural	8,84	1,07
3	3	A03057	0,44	Cebada	2,30	0,28
3	3	A03059	0,92	Cebada	4,81	0,58
3	3	A03118	0,33	Cebada	1,73	0,21
3	3	A03122	1,08	Maíz	6,10	0,73
3	3	A03128	2,41	Pasto natural	10,60	1,28
3	3	A03133	2,18	Papa	12,10	1,46
3	3	A03134	1,12	Cebada	5,86	0,71
3	3	A03143	1,43	Pasto natural	6,29	0,76
3	3	A03194	1,50	Cebada	7,85	0,95
3	3	A03195	0,38	Cebada	1,99	0,24
3	3	A03198	6,81	Avena	34,05	4,09
3	3	A03202	2,06	Pasto natural	9,06	1,09
3	3	A03203	0,59	Cebada	3,09	0,37
3	3	A03211	0,81	Cebada	4,24	0,51
3	3	A03215	7,84	Pasto natural	34,50	4,16
3	3	A03216	1,12	Maíz	6,33	0,76
3	3	A03219	0,50	Papa	2,78	0,34
3	3	A03290	37,90	Pasto natural	166,76	20,09
3	3	A03291	1,07	Pasto natural	4,71	0,57
3	3	A03292	2,26	Papa	12,54	1,51
3	3	A03324	0,66	Maíz	3,73	0,45
3	3	A03325	2,08	Cebada	10,88	1,31
3	3	A03326	1,95	Pasto natural	8,58	1,03
3	3	A03371	6,70	Maíz	37,86	4,56
3	3	A03372	3,11	Avena	15,55	1,87
3	3	A03393	6,00	Cebada	31,38	3,78
3	3	A03400	0,62	Maíz	3,50	0,42
3	3	A03402	1,64	Cebada	8,58	1,03
3	3	A03409	0,64	Cebada	3,35	0,40
3	3	A03410	0,44	Papa	2,44	0,29
3	3	A03421	0,72	Cebada	3,77	0,45
3	3	A03422	5,22	Cebada	27,30	3,29
3	3	A03423	1,36	Cebada	7,11	0,86
3	3	A03424	1,86	Pasto natural	8,18	0,99
3	3	A03425	3,72	Maíz	21,02	2,53
3	3	A03432	3,02	Pasto natural	13,29	1,60
3	3	A03448	7,89	Pasto natural	34,72	4,18
3	3	A03449	3,20	Cebada	16,74	2,02
3	3	A03456	0,29	Papa	1,61	0,19

Anexo 13. Demanda de agua requerida en el óvalo 4 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	4	A03007	25,60	Pasto natural	112,64	13,57
3	4	A03013	2,46	Cebada	12,87	1,55
3	4	A03014	0,36	Cebada	1,88	0,23
3	4	A03030	1,08	Cebada	5,65	0,68
3	4	A03081	1,71	Maíz	9,66	1,16
3	4	A03112	1,55	Maíz	8,76	1,05
3	4	A03131	1,22	Cebada	6,38	0,77
3	4	A03132	0,66	Maíz	3,73	0,45
3	4	A03135	3,62	Cebada	18,93	2,28
3	4	A03136	4,63	Papa	25,70	3,10
3	4	A03144	0,96	Maíz	5,42	0,65
3	4	A03196	4,07	Pasto natural	17,91	2,16
3	4	A03197	10,01	Papa	55,56	6,71
3	4	A03199	11,20	Cebada	58,58	7,06
3	4	A03200	1,53	Cebada	8,00	0,96
3	4	A03258	3,08	Cebada	16,11	1,94
3	4	A03259	4,66	Cebada	24,37	2,94
3	4	A03288	0,93	Maíz	5,25	0,63
3	4	A03329	0,33	Papa	1,83	0,22
3	4	A03398	1,42	Maíz	8,02	0,97
3	4	A03401	8,64	Cebada	45,19	5,44
3	4	A03439	1,79	Papa	9,93	1,20

Anexo 14. Demanda de agua requerida en el óvalo 5 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	5	A03066	0,95	Maíz	5,37	0,65
3	5	A03067	5,19	Pasto natural	22,84	2,75
3	5	A03068	0,30	Avena	1,50	0,18
3	5	A03069	0,30	Cebada	1,57	0,19
3	5	A03072	0,28	Maíz	1,58	0,19
3	5	A03073	1,75	Avena	8,75	1,05
3	5	A03076	1,48	Cebada	7,74	0,93
3	5	A03077	2,02	Papa	11,21	1,35

3	5	A03088	0,35	Maíz	1,98	0,24
3	5	A03090	2,66	Pasto natural	11,70	1,41
3	5	A03091	2,31	Cebada	12,08	1,46
3	5	A03092	0,54	Maíz	3,05	0,37
3	5	A03093	0,66	Cebada	3,45	0,42
3	5	A03102	1,24	Maíz	7,01	0,84
3	5	A03103	0,47	Maíz	2,66	0,32
3	5	A03105	0,40	Cebada	2,09	0,25
3	5	A03106	0,41	Maíz	2,32	0,28
3	5	A03124	2,15	Pasto natural	9,46	1,14
3	5	A03127	0,42	Papa	2,33	0,28
3	5	A03129	5,32	Maíz	30,06	3,62
3	5	A03139	0,44	Cebada	2,30	0,28
3	5	A03141	1,34	Cebada	7,01	0,84
3	5	A03146	0,38	Cebada	1,99	0,24
3	5	A03147	1,14	Cebada	5,96	0,72
3	5	A03149	0,45	Maíz	2,54	0,31
3	5	A03150	2,23	Maíz	12,60	1,52
3	5	A03152	2,19	Maíz	12,37	1,49
3	5	A03154	0,21	Cebada	1,10	0,13
3	5	A03156	0,36	Cebada	1,88	0,23
3	5	A03270	1,52	Avena	7,60	0,91
3	5	A03271	0,47	Papa	2,61	0,31
3	5	A03272	1,51	Papa	8,38	1,01
3	5	A03274	0,65	Papa	3,61	0,44
3	5	A03275	0,56	Cebada	2,93	0,35
3	5	A03280	3,20	Avena	16,00	1,92
3	5	A03294	4,35	Maíz	24,58	2,96
3	5	A03295	2,06	Pasto natural	9,06	1,09
3	5	A03302	6,95	Cebada	36,35	4,38
3	5	A03303	1,63	Pasto natural	7,17	0,86
3	5	A03304	2,14	Pasto natural	9,42	1,13
3	5	A03319	1,80	Avena	9,00	1,08
3	5	A03321	0,43	Cebada	2,25	0,27
3	5	A03330	2,05	Papa	11,38	1,37
3	5	A03333	5,26	Cebada	27,51	3,31
3	5	A03334	0,64	Cebada	3,35	0,40
3	5	A03335	1,44	Cebada	7,53	0,91
3	5	A03336	1,35	Avena	6,75	0,81
3	5	A03338	3,37	Cebada	17,63	2,12
3	5	A03339	1,55	Avena	7,75	0,93
3	5	A03342	2,14	Avena	10,70	1,28
3	5	A03343	0,89	Avena	4,45	0,53
3	5	A03344	1,35	Maíz	7,63	0,92

3	5	A03345	1,86	Cebada	9,73	1,17
3	5	A03349	1,31	Maíz	7,40	0,89
3	5	A03350	0,81	Cebada	4,24	0,51
3	5	A03351	0,23	Cebada	1,20	0,14
3	5	A03436	1,09	Maíz	6,16	0,74
3	5	A03437	0,36	Cebada	1,88	0,23
3	5	A03452	1,25	Maíz	7,06	0,85
3	5	A03454	4,39	Maíz	24,80	2,99

Anexo 15. Demanda de agua requerida en el Óvalo 6 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	6	A03070	0,45	Papa	2,50	0,30
3	6	A03094	0,43	Papa	2,39	0,29
3	6	A03098	0,30	Maíz	1,70	0,20
3	6	A03125	0,47	Papa	2,61	0,31
3	6	A03126	1,49	Papa	8,27	1,00
3	6	A03130	0,36	Maíz	2,03	0,24
3	6	A03137	1,68	Maíz	9,49	1,14
3	6	A03138	1,54	Pasto natural	6,78	0,82
3	6	A03140	0,84	Papa	4,66	0,56
3	6	A03145	0,36	Papa	2,00	0,24
3	6	A03151	3,24	Maíz	18,31	2,20
3	6	A03155	0,75	Pasto natural	3,30	0,40
3	6	A03157	0,72	Pasto natural	3,17	0,38
3	6	A03158	0,93	Avena	4,65	0,56
3	6	A03159	1,32	Cebada	6,90	0,83
3	6	A03189	3,24	Maíz	18,31	2,20
3	6	A03247	0,41	Papa	2,28	0,27
3	6	A03277	1,56	Pasto natural	6,86	0,83
3	6	A03281	0,46	Cebada	2,41	0,29
3	6	A03296	0,43	Cebada	2,25	0,27
3	6	A03299	0,64	Cebada	3,35	0,40
3	6	A03320	2,30	Pasto natural	10,12	1,22
3	6	A03340	0,79	Cebada	4,13	0,50
3	6	A03341	1,57	Maíz	8,87	1,07
3	6	A03347	1,09	Papa	6,05	0,73
3	6	A03356	0,31	Pasto natural	1,36	0,16
3	6	A03357	0,68	Papa	3,77	0,46
3	6	A03446	0,70	Cebada	3,66	0,44

3	6	A03447	3,93	Papa	21,81	2,63
3	6	A03450	0,84	Papa	4,66	0,56
3	6	A03451	2,82	Papa	15,65	1,89
3	6	A03455	0,80	Papa	4,44	0,54

Anexo 16. Demanda de agua requerida en el óvalo 7 en época seca por predio para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Bloque	Óvalo	Código	Área regable	Uso suelo	R.H requerido	Caudal requerido
			Ha		mm.día ⁻¹ .ar	l.s-1.ar
3	7	A03078	0,85	Pasto natural	3,74	0,45
3	7	A03079	0,18	Cebada	0,94	0,11
3	7	A03080	0,69	Cebada	3,61	0,43
3	7	A03084	0,65	Papa	3,61	0,44
3	7	A03089	0,62	Pasto natural	2,73	0,33
3	7	A03100	0,70	Cebada	3,66	0,44
3	7	A03101	0,20	Pasto natural	0,88	0,11
3	7	A03104	0,13	Cebada	0,68	0,08
3	7	A03148	0,18	Cebada	0,94	0,11
3	7	A03153	1,32	Pasto natural	5,81	0,70
3	7	A03188	1,91	Cebada	9,99	1,20
3	7	A03190	0,28	Cebada	1,46	0,18
3	7	A03276	0,46	Pasto natural	2,02	0,24
3	7	A03282	0,23	Pasto natural	1,01	0,12
3	7	A03297	0,16	Cebada	0,84	0,10
3	7	A03298	0,46	Cebada	2,41	0,29
3	7	A03300	0,68	Pasto natural	2,99	0,36
3	7	A03301	0,29	Cebada	1,52	0,18
3	7	A03337	0,26	Cebada	1,36	0,16
3	7	A03346	0,19	Cebada	0,99	0,12
3	7	A03352	0,40	Pasto natural	1,76	0,21
3	7	A03359	0,95	Papa	5,27	0,64
3	7	A03453	0,96	Papa	5,33	0,64

Anexo 17. Tiempo y frecuencia de riego por predio en época seca para el sistema de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
4	2	A04001	0,79	Maíz	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,37	3,97	8
4	2	A04002	2,81	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,33	3,90	8
4	2	A04003	5,60	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,66	3,90	8
4	2	A04004	0,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,37	3,90	8
3	3	A03005	1,08	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,54	3,90	6
3	3	A03006	16,29	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	8,12	3,90	6
3	4	A03007	25,60	Pasto natural	Franco arcilloso	38,71	48,39	60,00	0,81	20,65	3,38	11
3	1	A03008	1,16	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,78	3,90	8
4	2	A04009	0,76	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,36	3,90	8
4	2	A04010	1,55	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,73	3,90	8
4	2	A04011	0,76	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,36	3,90	8
3	3	A03012	9,42	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	2,99	3,91	4
3	4	A03013	2,46	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	1,82	3,90	9
3	4	A03014	0,36	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,27	3,90	9
3	1	A03015	3,48	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,33	3,90	8
3	1	A03016	0,89	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,38	3,91	5
3	1	A03017	2,12	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,42	3,90	8
4	2	A04018	3,44	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,63	3,90	8
3	1	A03019	2,19	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,47	3,90	8
3	1	A03020	23,33	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	15,66	3,90	8
4	2	A04021	2,39	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,14	3,90	8
3	1	A03022	0,42	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,29	3,90	8
3	1	A03023	3,22	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,16	3,90	8
3	3	A03024	0,49	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,24	3,90	6
3	1	A03025	0,51	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,22	3,91	5
3	1	A03026	2,15	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,92	3,91	5
4	2	A04027	0,79	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,90	8
4	2	A04029	2,33	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,11	3,90	8
3	4	A03030	1,08	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,80	3,90	9
3	1	A03031	1,63	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,10	3,90	8
3	3	A03032	1,72	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,86	3,90	6
4	2	A04033	1,55	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,74	3,90	8
4	2	A04034	3,13	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,48	3,90	8
3	1	A03035	0,68	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,46	3,90	8
3	1	A03036	1,77	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,75	3,91	5

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	3	A03037	3,52	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	1,12	3,91	4
3	1	A03038	3,03	Avena	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,04	3,89	8
4	2	A04039	2,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,31	3,90	8
3	1	A03040	4,79	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,22	3,90	8
3	1	A03041	1,19	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,51	3,91	5
3	1	A03042	4,45	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,99	3,90	8
3	1	A03043	5,83	Pasto natural	Franco arcilloso	36,00	45,00	61,44	0,73	4,27	3,38	11
3	1	A03044	7,02	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	4,71	3,90	8
3	1	A03045	2,25	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,51	3,90	8
3	1	A03046	9,68	Pasto natural	Franco arcilloso	36,00	45,00	61,44	0,73	7,09	3,38	11
3	1	A03047	3,96	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,66	3,90	8
3	1	A03048	4,29	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,88	3,90	8
4	2	A04049	0,84	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,40	3,90	8
4	2	A04050	3,02	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,43	3,90	8
4	2	A04051	0,80	Maíz	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,97	8
4	2	A04052	2,80	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,33	3,90	8
3	3	A03053	2,01	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,09	3,38	8
3	1	A03054	4,17	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,80	3,90	8
3	1	A03055	9,47	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	6,36	3,90	8
4	2	A04056	6,19	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,93	3,90	8
3	3	A03057	0,44	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,22	3,90	6
4	2	A04058	4,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,99	3,90	8
3	3	A03059	0,92	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,46	3,90	6
4	2	A04060	6,00	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,85	3,90	8
4	2	A04061	4,57	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,17	3,90	8
4	2	A04063	6,50	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,08	3,90	8
3	1	A03064	17,40	Barbecho	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	11,68	3,90	8
4	2	A04065	7,88	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,74	3,90	8
3	5	A03066	0,95	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,84	3,97	11
3	5	A03067	5,19	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	5,01	3,38	13
3	5	A03068	0,30	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,27	3,89	11
3	5	A03069	0,30	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,27	3,90	11
3	6	A03070	0,45	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,24	3,91	6
4	2	A04071	2,90	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,37	3,90	8
3	5	A03072	0,28	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,25	3,97	11
3	5	A03073	1,75	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,54	3,89	11
4	2	A04074	8,96	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	4,25	3,90	8
4	2	A04075	5,64	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,67	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	5	A03076	1,48	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,31	3,90	11
3	5	A03077	2,02	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	1,13	3,91	7
3	7	A03078	0,85	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,25	3,91	4
3	7	A03079	0,18	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,08	3,90	6
3	7	A03080	0,69	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,33	3,90	6
3	4	A03081	1,71	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	1,27	3,97	9
3	7	A03084	0,65	Papa	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,19	3,91	4
3	1	A03085	1,15	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,77	3,90	8
3	1	A03086	3,08	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,07	3,90	8
4	2	A04087	2,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,31	3,90	8
3	5	A03088	0,35	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,31	3,97	11
3	7	A03089	0,62	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,18	3,91	4
3	5	A03090	2,66	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	2,56	3,38	13
3	5	A03091	2,31	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	2,05	3,90	11
3	5	A03092	0,54	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,48	3,97	11
3	5	A03093	0,66	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,58	3,90	11
3	6	A03094	0,43	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,23	3,91	6
3	6	A03098	0,30	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,25	3,97	10
3	7	A03100	0,70	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,33	3,90	6
3	7	A03101	0,20	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,06	3,91	4
3	5	A03102	1,24	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,10	3,97	11
3	5	A03103	0,47	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,42	3,97	11
3	7	A03104	0,13	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,06	3,90	6
3	5	A03105	0,40	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,36	3,90	11
3	5	A03106	0,41	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,37	3,97	11
3	1	A03107	5,00	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,36	3,90	8
3	1	A03110	3,29	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,21	3,90	8
4	2	A04111	4,58	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,17	3,90	8
3	4	A03112	1,55	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	1,14	3,97	9
3	1	A03113	2,67	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,79	3,90	8
4	2	A04114	6,80	Barbecho	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,22	3,90	8
4	2	A04115	3,51	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,66	3,90	8
4	2	A04116	4,36	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,07	3,90	8
4	2	A04117	6,07	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,88	3,90	8
3	3	A03118	0,33	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,16	3,90	6
3	1	A03120	1,78	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,20	3,90	8
4	2	A04121	2,91	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,38	3,90	8
3	3	A03122	1,08	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,34	3,91	4

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	5	A03124	2,15	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	2,07	3,38	13
3	6	A03125	0,47	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,25	3,91	6
3	6	A03126	1,49	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,79	3,91	6
3	5	A03127	0,42	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	0,24	3,91	7
3	3	A03128	2,41	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,31	3,38	8
3	5	A03129	5,32	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	4,71	3,97	11
3	6	A03130	0,36	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,30	3,97	10
3	4	A03131	1,22	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,90	3,90	9
3	4	A03132	0,66	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,49	3,97	9
3	3	A03133	2,18	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,69	3,91	4
3	3	A03134	1,12	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,56	3,90	6
3	4	A03135	3,62	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	2,68	3,90	9
3	4	A03136	4,63	Papa	Franco arcilloso	22,58	28,23	60,00	0,47	2,18	3,91	6
3	6	A03137	1,68	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,41	3,97	10
3	6	A03138	1,54	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,29	3,97	10
3	5	A03139	0,44	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,39	3,90	11
3	6	A03140	0,84	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,45	3,91	6
3	5	A03141	1,34	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,19	3,90	11
3	3	A03143	1,43	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	0,78	3,38	8
3	4	A03144	0,96	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,71	3,97	9
3	6	A03145	0,36	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,19	3,91	6
3	5	A03146	0,38	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,33	3,90	11
3	5	A03147	1,14	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,01	3,90	11
3	7	A03148	0,18	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,09	3,90	6
3	5	A03149	0,45	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,40	3,97	11
3	5	A03150	2,23	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,97	3,97	11
3	6	A03151	3,24	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	2,71	3,97	10
3	5	A03152	2,19	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,93	3,97	11
3	7	A03153	1,32	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,40	3,91	4
3	5	A03154	0,21	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,19	3,90	11
3	6	A03155	0,75	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,63	3,97	10
3	5	A03156	0,36	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,32	3,90	11
3	6	A03157	0,72	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,60	3,97	10
3	6	A03158	0,93	Avena	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,78	3,89	10
3	6	A03159	1,32	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,10	3,90	10
3	1	A03160	4,30	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,88	3,90	8
4	2	A04161	19,37	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	9,18	3,90	8
3	1	A03164	1,36	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,92	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
4	2	A04166	65,89	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	31,24	3,90	8
4	2	A04167	0,87	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,41	3,90	8
4	2	A04168	7,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,42	3,90	8
4	2	A04169	0,80	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,90	8
4	2	A04170	0,79	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,90	8
4	2	A04171	6,38	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,02	3,90	8
3	1	A03172	6,31	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	4,24	3,90	8
3	1	A03173	4,17	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,80	3,90	8
3	1	A03174	14,99	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	10,06	3,90	8
3	1	A03175	11,29	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	7,58	3,90	8
3	1	A03176	1,62	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,09	3,90	8
4	2	A04177	4,65	Barbecho	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,21	3,90	8
4	2	A04178	5,70	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,70	3,90	8
4	2	A04179	6,71	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,18	3,90	8
3	1	A03180	1,49	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,00	3,90	8
3	1	A03181	2,52	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,69	3,90	8
3	1	A03182	4,77	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,20	3,90	8
4	2	A04183	3,68	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,75	3,90	8
3	1	A03185	3,42	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,30	3,90	8
3	1	A03186	1,12	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,75	3,90	8
4	2	A04187	1,30	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,62	3,90	8
3	7	A03188	1,91	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,90	3,90	6
3	6	A03189	3,24	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	2,71	3,97	10
3	7	A03190	0,28	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,13	3,90	6
4	2	A04191	1,18	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,56	3,90	8
3	1	A03192	4,31	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,90	3,90	8
3	1	A03193	11,72	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	7,87	3,90	8
3	3	A03194	1,50	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,75	3,90	6
3	3	A03195	0,38	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,19	3,90	6
3	4	A03196	4,07	Pasto natural	Franco arcilloso	38,71	48,39	60,00	0,81	3,28	3,38	11
3	4	A03197	10,01	Papa	Franco arcilloso	22,58	28,23	60,00	0,47	4,71	3,91	6
3	3	A03198	6,81	Avena	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	3,39	3,89	6
3	4	A03199	11,20	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	8,28	3,90	9
3	4	A03200	1,53	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	1,13	3,90	9
3	3	A03202	2,06	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,12	3,38	8
3	3	A03203	0,59	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,30	3,90	6
3	1	A03204	2,42	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,62	3,90	8
4	2	A04205	4,21	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,00	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
4	2	A04206	0,62	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,29	3,90	8
3	1	A03207	4,77	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,20	3,90	8
3	1	A03208	2,06	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,38	3,90	8
3	1	A03209	0,75	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,50	3,90	8
4	2	A04210	3,75	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,78	3,90	8
3	3	A03211	0,81	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,40	3,90	6
3	1	A03212	2,12	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,91	3,91	5
3	1	A03213	3,65	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,45	3,90	8
4	2	A04214	4,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,26	3,90	8
3	3	A03215	7,84	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	4,26	3,38	8
3	3	A03216	1,12	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,36	3,91	4
4	2	A04217	2,29	Barbecho	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,08	3,90	8
3	1	A03218	6,72	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	4,51	3,90	8
3	3	A03219	0,50	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,16	3,91	4
3	1	A03220	1,93	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,30	3,90	8
4	2	A04221	3,25	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,54	3,90	8
4	2	A04222	2,34	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,11	3,90	8
4	2	A04223	0,83	Maíz	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,39	3,97	8
4	2	A04224	5,23	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,48	3,90	8
3	1	A03225	6,78	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	4,55	3,90	8
3	1	A03226	0,90	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,61	3,90	8
4	2	A04227	4,60	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,18	3,90	8
3	1	A03228	2,20	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,48	3,90	8
4	2	A04229	6,41	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,04	3,90	8
3	1	A03230	1,35	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,91	3,90	8
3	1	A03231	4,24	Barbecho	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,84	3,90	8
4	2	A04232	2,47	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,17	3,90	8
4	2	A04233	1,64	Maíz	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,78	3,97	8
3	1	A03234	0,75	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,51	3,90	8
4	2	A04235	1,81	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,86	3,90	8
4	2	A04236	2,93	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,39	3,90	8
3	1	A03237	11,88	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	7,98	3,90	8
3	1	A03238	3,10	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,08	3,90	8
3	1	A03239	1,91	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,28	3,90	8
4	2	A04240	5,27	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,50	3,90	8
3	1	A03241	0,45	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,30	3,90	8
4	2	A04243	3,59	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,70	3,90	8
4	2	A04246	2,70	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,28	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	6	A03247	0,41	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,22	3,91	6
3	1	A03248	3,38	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,27	3,90	8
3	1	A03249	3,48	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	1,49	3,91	5
3	1	A03250	4,42	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,97	3,90	8
4	2	A04251	2,33	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,11	3,90	8
4	2	A04252	6,36	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,02	3,90	8
4	2	A04254	4,03	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,91	3,90	8
3	1	A03255	3,25	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,18	3,90	8
4	2	A04257	1,66	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,78	3,90	8
3	4	A03258	3,08	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	2,28	3,90	9
3	4	A03259	4,66	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	3,44	3,90	9
3	1	A03260	3,39	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,28	3,90	8
4	2	A04261	0,81	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,90	8
3	1	A03262	12,01	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	8,07	3,90	8
4	2	A04263	11,19	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	5,31	3,90	8
4	2	A04264	2,90	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,37	3,90	8
4	2	A04265	8,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,89	3,90	8
4	2	A04268	2,44	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,16	3,90	8
4	2	A04269	5,36	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,54	3,90	8
3	5	A03270	1,52	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,35	3,89	11
3	5	A03271	0,47	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	0,27	3,91	7
3	5	A03272	1,51	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	0,85	3,91	7
4	2	A04273	5,87	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,79	3,90	8
3	5	A03274	0,65	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	0,36	3,91	7
3	5	A03275	0,56	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,50	3,90	11
3	7	A03276	0,46	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,14	3,91	4
3	6	A03277	1,56	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,30	3,97	10
4	2	A04278	11,46	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	5,43	3,90	8
4	2	A04279	0,80	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,38	3,90	8
3	5	A03280	3,20	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	2,83	3,89	11
3	6	A03281	0,46	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,39	3,90	10
3	7	A03282	0,23	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,07	3,91	4
4	2	A04283	13,00	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	6,16	3,90	8
3	1	A03284	0,72	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,48	3,90	8
4	2	A04285	0,73	Maíz	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,34	3,97	8
4	2	A04286	4,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,26	3,90	8
3	4	A03288	0,93	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	0,69	3,97	9
4	2	A04289	3,12	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,48	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	3	A03290	37,90	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	20,61	3,38	8
3	3	A03291	1,07	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	0,58	3,38	8
3	3	A03292	2,26	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,72	3,91	4
3	5	A03294	4,35	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	3,85	3,97	11
3	5	A03295	2,06	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	1,99	3,38	13
3	6	A03296	0,43	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,36	3,90	10
3	7	A03297	0,16	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,07	3,90	6
3	7	A03298	0,46	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,22	3,90	6
3	6	A03299	0,64	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,54	3,90	10
3	7	A03300	0,68	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,20	3,91	4
3	7	A03301	0,29	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,14	3,90	6
3	5	A03302	6,95	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	6,15	3,90	11
3	5	A03303	1,63	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	1,57	3,38	13
3	5	A03304	2,14	Pasto natural	Franco arcilloso	45,51	56,89	58,93	0,97	2,07	3,38	13
3	1	A03305	1,45	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,62	3,91	5
3	1	A03306	2,10	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,41	3,90	8
4	2	A04307	3,21	Barbecho	Franco arcilloso	19,22	24,02	79,59	0,30	0,97	3,91	5
3	1	A03308	4,94	Barbecho	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,32	3,90	8
3	1	A03309	1,12	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,75	3,90	8
3	1	A03310	2,66	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,78	3,90	8
4	2	A04311	3,11	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,47	3,90	8
3	1	A03312	2,62	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,76	3,90	8
3	1	A03313	2,06	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,38	3,90	8
3	1	A03314	5,62	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,77	3,90	8
3	1	A03315	1,84	Avena	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,23	3,89	8
4	2	A04316	3,03	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,43	3,90	8
3	1	A03317	9,22	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	6,19	3,90	8
3	1	A03318	5,19	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	2,22	3,91	5
3	5	A03319	1,80	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,59	3,89	11
3	6	A03320	2,30	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,93	3,97	10
3	5	A03321	0,43	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,38	3,90	11
4	2	A04323	3,74	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,78	3,90	8
3	3	A03324	0,66	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,21	3,91	4
3	3	A03325	2,08	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	1,04	3,90	6
3	3	A03326	1,95	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,06	3,38	8
4	2	A04327	2,21	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,05	3,90	8
3	4	A03329	0,33	Papa	Franco arcilloso	22,58	28,23	60,00	0,47	0,16	3,91	6
3	5	A03330	2,05	Papa	Franco arcilloso	26,55	33,18	58,93	0,56	1,16	3,91	7

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	5	A03333	5,26	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	4,66	3,90	11
3	5	A03334	0,64	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,56	3,90	11
3	5	A03335	1,44	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,27	3,90	11
3	5	A03336	1,35	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,19	3,89	11
3	7	A03337	0,26	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,12	3,90	6
3	5	A03338	3,37	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	2,98	3,90	11
3	5	A03339	1,55	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,37	3,89	11
3	6	A03340	0,79	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,66	3,90	10
3	6	A03341	1,57	Maíz	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	1,31	3,97	10
3	5	A03342	2,14	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,90	3,89	11
3	5	A03343	0,89	Avena	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,79	3,89	11
3	5	A03344	1,35	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,19	3,97	11
3	5	A03345	1,86	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,64	3,90	11
3	7	A03346	0,19	Cebada	Franco arcilloso	22,50	28,13	59,66	0,47	0,09	3,90	6
3	6	A03347	1,09	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,58	3,91	6
3	5	A03349	1,31	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,16	3,97	11
3	5	A03350	0,81	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,71	3,90	11
3	5	A03351	0,23	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,20	3,90	11
3	7	A03352	0,40	Barbecho	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,12	3,91	4
3	1	A03353	3,34	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,24	3,90	8
3	1	A03354	3,64	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,45	3,90	8
4	2	A04355	6,70	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,18	3,90	8
3	6	A03356	0,31	Barbecho	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,26	3,97	10
3	6	A03357	0,68	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,36	3,91	6
3	7	A03359	0,95	Papa	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,28	3,91	4
3	1	A03360	4,59	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	3,08	3,90	8
3	1	A03361	1,78	Pasto natural	Franco arcilloso	36,00	45,00	61,44	0,73	1,31	3,38	11
3	1	A03362	2,17	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,46	3,90	8
4	2	A04363	3,67	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,74	3,90	8
4	2	A04364	8,78	Barbecho	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	4,16	3,90	8
4	2	A04365	14,16	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	6,72	3,90	8
4	2	A04366	9,32	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	4,42	3,90	8
4	2	A04367	7,19	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,41	3,90	8
4	2	A04368	0,18	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,09	3,90	8
4	2	A04369	7,06	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,35	3,90	8
4	2	A04370	8,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	4,16	3,90	8
3	3	A03371	6,70	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	2,13	3,91	4
3	3	A03372	3,11	Avena	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	1,55	3,89	6

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
4	2	A04373	5,50	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,61	3,90	8
4	2	A04374	6,61	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,13	3,90	8
4	2	A04375	0,90	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,43	3,90	8
4	2	A04376	1,18	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,56	3,90	8
4	2	A04377	1,08	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,51	3,90	8
4	2	A04378	1,78	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,85	3,90	8
4	2	A04379	1,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,57	3,90	8
4	2	A04380	21,76	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	10,32	3,90	8
4	2	A04381	1,76	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,83	3,90	8
4	2	A04382	7,00	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,32	3,90	8
4	2	A04383	1,86	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,88	3,90	8
4	2	A04384	5,64	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,67	3,90	8
4	2	A04385	6,59	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,13	3,90	8
4	2	A04386	3,60	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,71	3,90	8
4	2	A04387	0,93	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,44	3,90	8
4	2	A04388	1,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,57	3,90	8
3	1	A03389	2,15	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,44	3,90	8
4	2	A04390	0,34	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,16	3,90	8
3	1	A03391	1,44	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,97	3,90	8
4	2	A04392	2,32	Barbecho	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,10	3,90	8
3	3	A03393	6,00	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	2,99	3,90	6
3	1	A03394	2,45	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,65	3,90	8
4	2	A04395	6,43	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,05	3,90	8
3	1	A03397	2,17	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,93	3,91	5
3	4	A03398	1,42	Maíz	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	1,05	3,97	9
3	1	A03399	1,05	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,71	3,90	8
3	3	A03400	0,62	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,20	3,91	4
3	4	A03401	8,64	Cebada	Franco arcilloso	35,49	44,36	60,00	0,74	6,38	3,90	9
3	3	A03402	1,64	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,82	3,90	6
4	2	A04403	5,97	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,83	3,90	8
4	2	A04405	3,20	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,52	3,90	8
4	2	A04406	0,84	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,40	3,90	8
4	2	A04407	0,85	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,40	3,90	8
3	1	A03408	1,32	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,89	3,90	8
3	3	A03409	0,64	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,32	3,90	6
3	3	A03410	0,44	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,14	3,91	4
4	2	A04412	5,07	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,40	3,90	8
4	2	A04414	2,27	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,07	3,90	8

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
4	2	A04415	2,27	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,08	3,90	8
4	2	A04416	6,38	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,03	3,90	8
4	2	A04417	0,45	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,22	3,90	8
4	2	A04418	0,98	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,47	3,90	8
4	2	A04419	2,71	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,29	3,90	8
3	1	A03420	11,82	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	7,94	3,90	8
3	3	A03421	0,72	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,36	3,90	6
3	3	A03422	5,22	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	2,60	3,90	6
3	3	A03423	1,36	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	0,68	3,90	6
3	3	A03424	1,86	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,01	3,38	8
3	3	A03425	3,72	Barbecho	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	1,18	3,91	4
3	1	A03426	0,89	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	0,60	3,90	8
3	1	A03427	42,85	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	28,78	3,90	8
3	1	A03428	11,87	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	7,97	3,90	8
4	2	A04429	8,28	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,93	3,90	8
4	2	A04430	2,42	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	1,15	3,90	8
4	2	A04431	8,38	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	3,97	3,90	8
3	3	A03432	3,02	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	1,64	3,38	8
4	2	A04433	5,92	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,81	3,90	8
3	1	A03434	2,42	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	1,62	3,90	8
4	2	A04435	5,77	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	2,73	3,90	8
3	5	A03436	1,09	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,96	3,97	11
3	5	A03437	0,36	Cebada	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	0,32	3,90	11
3	4	A03439	1,79	Papa	Franco arcilloso	22,58	28,23	60,00	0,47	0,84	3,91	6
3	1	A03440	9,65	Barbecho	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	6,48	3,90	8
3	1	A03441	0,43	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,18	3,91	5
3	1	A03442	2,13	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,91	3,91	5
4	2	A04443	0,40	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	0,19	3,90	8
3	1	A03444	3,40	Cebada	Franco arcilloso	33,00	41,25	61,44	0,67	2,28	3,90	8
3	1	A03445	0,39	Papa	Franco arcilloso	21,00	26,25	61,44	0,43	0,17	3,91	5
3	6	A03446	0,70	Cebada	Franco arcilloso	39,88	49,85	59,61	0,84	0,58	3,90	10
3	6	A03447	3,93	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	2,09	3,91	6
3	3	A03448	7,89	Pasto natural	Franco arcilloso	26,25	32,81	60,34	0,54	4,29	3,38	8
3	3	A03449	3,20	Cebada	Franco arcilloso	24,06	30,08	60,34	0,50	1,60	3,90	6
3	6	A03450	0,84	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,45	3,91	6
3	6	A03451	2,82	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	1,50	3,91	6
3	5	A03452	1,25	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	1,11	3,97	11
3	7	A03453	0,96	Papa	Franco arcilloso	14,32	17,90	59,66	0,30	0,29	3,91	4

B	O	CÓD	SR	USO	Clase textural	Tiempo de riego					Frecuencia de riego	
						Ln	Lb	Vi	Tr	Tr	ETc	Fr
						mm	mm	mm.día ⁻¹	día	día.sr ⁻¹	mm.día ⁻¹	día
3	5	A03454	4,39	Maíz	Franco arcilloso	41,72	52,15	58,93	0,88	3,88	3,97	11
3	6	A03455	0,80	Papa	Franco arcilloso	25,38	31,72	59,61	0,53	0,42	3,91	6
3	3	A03456	0,29	Papa	Franco arcilloso	15,31	19,14	60,34	0,32	0,09	3,91	4
4	2	A04457	8,92	Cebada	Franco arcilloso	30,20	37,74	79,59	0,47	4,23	3,90	8

Anexo 18. Serie climática de temperatura media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Temperatura Media Mensual (°C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL			CODIGO:	M0103							
PERIODO:	1993 - 2012			LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W		ELEVACION:	2860	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	12,0	12,2	11,8	12,6	12,5	12,0	10,9	10,9	11,3	12,0	12,7	12,7
1994	12,0	12,2	12,1	12,3	12,3	11,0	10,7	10,5	11,7	12,8	12,1	12,6
1995	12,4	12,0	12,7	12,7	12,2	12,3	11,5	11,8	11,5	12,7	12,9	12,6
1996	11,8	11,7	12,5	12,3	12,7	11,8	10,9	11,2	11,5	12,4	12,8	12,4
1997	12,6	12,4	13,3	12,5	12,6	12,2	11,6	11,6	12,2	13,0	12,9	13,0
1998	13,2	13,8	13,5	14,1	13,7	12,6	11,7	11,6	12,0	12,9	13,4	13,0
1999	12,3	12,1	12,5	12,6	11,9	11,8	11,2	11,9	11,8	12,2	13,5	13,0
2000	12,9	13,1	12,7	13,4	13,0	12,7	11,8	10,9	11,9	13,0	13,5	13,2
2001	12,5	13,1	13,6	12,8	11,8	10,8	10,9	10,8	11,2	13,4	12,1	13,2
2002	13,1	12,8	13,0	13,3	13,1	12,0	12,3	11,3	11,6	11,6	12,2	13,0
2003	13,1	13,4	12,9	13,3	13,1	12,4	12,0	12,7	12,9	13,4	13,6	12,2
2004	13,1	12,9	12,7	13,1	12,9	11,6	11,2	11,2	11,9	12,9	13,2	13,0
2005	12,3	13,0	12,7	12,8	13,0	12,4	11,8	12,6	12,8	13,2	13,6	13,1
2006	12,9	13,2	12,9	13,0	12,7	12,7	12,2	11,6	11,4	12,6	12,5	12,7
2007	12,7	12,3	12,5	12,9	12,7	11,7	11,9	11,5	10,9	12,2	12,5	12,0
2008	12,1	11,7	12,0	12,3	12,2	12,1	11,5	11,4	11,8	12,2	12,7	12,8
2009	13,1	12,5	13,4	13,4	13,0	12,7	12,1	12,5	12,2	13,1	13,9	13,6
2010	12,9	13,4	13,4	14,0	13,6	12,1	11,9	11,2	12,0	12,4	12,3	12,5
2011	12,4	12,4	12,3	12,6	12,7	12,3	11,9	12,0	11,6	12,8	13,7	13,2
2012	13,3	12,9	12,8	13,0	12,1	12,2	11,9	11,6	11,8	12,6	13,0	12,9
AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SUMA	252,7	253,1	255,3	259,0	253,8	241,4	231,9	230,8	236,0	253,4	259,1	256,7
MEDIA	12,6	12,7	12,8	13,0	12,7	12,1	11,6	11,5	11,8	12,7	13,0	12,8
MÁXIMA	13,3	13,8	13,6	14,1	13,7	12,7	12,3	12,7	12,9	13,4	13,9	13,6
MÍNIMA	11,8	11,7	11,8	12,3	11,8	10,8	10,7	10,5	10,9	11,6	12,1	12,0

Fuente: INAMHI

Anexo 19. Serie climática de temperatura máxima absoluta, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Temperatura Máxima Absoluta (°C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL			CODIGO:	M0103							
PERIODO:	1993 - 2012			LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W		ELEVACION:	2860	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	20,6	21,0	20,6	20,6	20,8	18,0	19,5	18,5	20,0	21,4	21,4	20,0
1994	21,0	20,5	19,8	19,6	18,0	18,3	19,3	21,0	21,0			
1995	22,2	20,5	20,5	21,0	20,2	19,5	20,3	18,6	21,5	20,5	21,2	
1996	20,0	20,0	19,8	19,5	19,5	19,1	19,5	19,5	20,5	21,5	22,0	21,0
1997	21,0	19,6	21,0	21,0	18,5	20,0	18,0	18,0	21,5	21,0	20,7	21,8
1998	21,5	23,5	21,7	18,5	19,0	20,0	23,0					
1999	21,5	21,0	20,5	19,5	20,2	18,0	20,0					
2000	21,2	22,8	20,0	20,5	21,0	19,5	20,5	17,6	21,6	23,0	23,5	23,0
2001	21,5	23,2	19,3	19,6	18,2	21,0	26,2	23,4				
2002	22,0	22,2	22,0	22,0	20,5	19,5	20,0	21,0	20,3	22,0	20,0	22,0
2003	23,0	23,0	22,0	22,0	21,0	21,2	20,4	22,8	22,0	24,5	23,0	
2004	23,8	23,8	22,2	21,8	19,8	17,8	20,5	18,8	19,5	22,0	21,0	22,0
2005	22,4	21,0	20,8	20,8	22,0	18,5	19,4	20,8	21,2	22,1	22,0	21,0
2006	20,5	20,8	20,2	20,5	21,0	19,4	18,6	19,4	22,8	20,8	21,0	
2007	20,8	23,0	21,0	20,6	21,4	18,0	20,0	20,4	20,6			
2008	20,0	19,0	20,4	21,0	21,2	21,5	21,4	22,2				
2009	20,6	21,8	22,2	22,4	23,2	20,4	20,6	21,6	23,9			
2010	21,8	23,2	23,8	30,8	22,4	21,6	20,0	20,0	22,0	21,4	21,8	
2011	22,4	21,2	20,4	20,8	22,0	20,4	20,8	19,5	20,9	21,2	21,7	21,2
2012	21,6	20,8	20,6	21,8	19,0	19,8	19,8	20,6	20,4	23,0	21,6	21,5
AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	18	16	13	13	9
SUMA	429,4	431,9	418,8	424,3	408,9	391,5	407,8	363,7	339,7	284,4	280,9	193,5
MEDIA	21,5	21,6	20,9	21,2	20,4	19,6	20,4	20,2	21,2	21,9	21,6	21,5
MÁXIMA	23,8	23,8	23,8	30,8	23,2	21,6	26,2	23,4	23,9	24,5	23,5	23,0
MÍNIMA	20,0	19,0	19,3	18,5	18,0	17,8	18,0	17,6	19,5	20,5	20,0	20,0

Fuente: INAMHI

Anexo 20. Serie climática de temperatura mínima absoluta, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Temperatura Mínima Absoluta (°C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL			CODIGO:	M0103							
PERIODO:	1993 - 2012			LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W			ELEVACION:	2860
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	0,7	1,7	4,4	4,2	2,5	4,8	1,5	1,8	1,4	2,4	4,0	4,4
1994	2,0	2,5	4,2	3,9	4,8	2,5	4,0	1,0	2,0	4,5	2,5	3,5
1995	2,2	1,0	2,0	5,7	3,5	4,0	2,5	0,2	1,5	1,0	4,5	3,4
1996	4,0	4,9	4,0	4,8	5,0	3,5	1,5	3,5	2,0	2,0	0,5	0,8
1997	2,5	1,5	4,7	3,0	5,0	0,6	2,0	2,0	1,8	2,5	2,5	
1998	1,5	3,0	4,0	5,5	4,7	1,8	1,8	1,0	1,0			
1999	3,0	1,5	2,0	3,0	3,8	1,8	1,8	0,8	1,5	1,2	1,5	4,0
2000	4,0	2,0	4,8	5,0	5,5	3,0	1,0	2,8	1,0	3,0	2,0	1,0
2001	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	0,8	2,0	1,0	1,0	1,8	3,0	
2002	1,4	1,0	1,0	3,0	3,0	2,8	2,0	1,0	1,0	1,0	3,0	5,0
2003	2,6	4,0	2,0	2,4	3,0	3,0	1,0	4,5	2,0	1,8	1,8	2,0
2004	0,9	1,0	3,0	3,0	5,4	4,0	1,8	1,5	1,0	4,0	4,0	2,5
2005	1,0	2,8	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	3,3	1,0	4,0		
2006	4,8	2,5	1,0	4,8	3,0	3,0	2,5	2,8	1,5	1,0	4,0	4,0
2007	1,0	1,0	3,8	4,5	2,8	2,8	2,0	1,8	4,2	2,8		
2008	2,0	4,4	2,8	2,5	3,5	1,8	2,0	1,0	1,2	3,5	3,6	
2009	5,2	1,0	2,8	4,4	1,8	5,2	3,0	2,6	1,0	1,3	4,0	4,2
2010	0,8	3,0	1,8	2,8	3,8	2,8	0,8	1,0	0,9	1,2	2,8	2,8
2011	1,8	3,0	1,8	2,8	2,9	2,6	1,2	2,0				
2012	2,2	1,8	2,4	3,0	1,2	1,4	4,2	2,1	2,0	4,0	4,2	4,8
AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	20	19	18	16	13
SUMA	44,6	45,6	59,5	73,3	69,2	55,2	40,6	37,7	29,0	43,0	47,9	42,4
MEDIA	2,2	2,3	3,0	3,7	3,5	2,8	2,0	1,9	1,5	2,4	3,0	3,3
MÁXIMA	5,2	4,9	5,0	5,7	5,5	5,2	4,2	4,5	4,2	4,5	4,5	5,0
MÍNIMA	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,8	0,2	0,9	1,0	0,5	0,8

Fuente: INAMHI

Anexo 21. Serie climática de precipitación total mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Precipitación Total Mensual (mm)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL			CODIGO:	M0103							
PERIODO:	1993 - 2012			LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W			ELEVACION:	2860
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	51,6	93,2	153,3	83,3	96,6	17,8	55,4	41,5	46,2	54,4	171,9	109,6
1994	140,6	62,0	151,3	148,9	67,4	44,4	37,9	80,3	38,3	62,3	123,5	71,4
1995	16,6	47,0	70,2	98,7	70,1	39,5	36,1	28,4	19,6	78,2	156,6	68,8
1996	168,2	125,6	152,7	119,7	111,1	90,3	41,7	38,5	40,5	84,2	31,0	90,1
1997	226,0	56,3	112,3	72,9	75,0	82,5	37,4	34,9	91,0	73,0	160,9	90,4
1998	30,7	43,3	73,2	85,2	95,1	32,7	56,1	107,9	44,3	309,1	110,3	66,0
1999	126,4	151,2	200,4	125,5	145,3	101,8	51,1	52,4	82,4	45,2	150,2	265,2
2000	169,0	158,7	145,0	141,2	296,3	107,8	39,6	34,5	45,9	54,4	21,7	37,6
2001	76,5	92,6	60,2	59,7	32,3	54,7	44,9	21,7	16,9	4,3	73,6	94,1
2002	54,0	25,1	47,1	61,7	48,0	107,7	35,6	35,7	3,7	138,8	132,8	89,9
2003	22,3	54,8	93,7	59,5	51,1	48,7	88,5	16,3	41,0	102,6	106,4	73,3
2004	55,8	24,3	40,8	131,0	91,1	33,0	56,2	11,3	61,9	63,3	94,2	81,2
2005	118,3	88,9	104,9	172,2	60,6	30,7	25,5	16,3	47,6	130,9	87,1	185,0
2006	110,7	90,5	211,9	124,5	43,6	107,5	42,4	36,7	50,7	72,3	146,1	133,8
2007	36,0	90,3	89,8	163,8	109,4	75,6	40,3	102,5	39,2	198,7	137,2	188,5
2008	209,1	151,0	162,1	101,1	129,9	62,7	42,5	37,9	45,1	211,0	93,7	134,0
2009	159,1	112,0	58,0	93,0	34,6	42,2	36,7	22,3	16,5	47,1	74,1	135,0
2010	9,1	56,2	57,6	116,1	118,6	50,6	66,9	46,9	78,7	134,0	257,1	152,7
2011	94,3	136,1	110,1	179,9	140,3	71,2	88,8	45,1	40,7	96,1	163,4	195,5
2012	98,3	133,8	56,8	104,9	32,2							
AÑOS	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19
SUMA	1972,6	1792,9	2151,4	2242,8	1848,6	1201,4	923,6	811,1	850,2	1959,9	2291,8	2262,1
MEDIA	98,6	89,6	107,6	112,1	92,4	63,2	48,6	42,7	44,7	103,2	120,6	119,1
MÁXIMA	226,0	158,7	211,9	179,9	296,3	107,8	88,8	107,9	91,0	309,1	257,1	265,2
MÍNIMA	9,1	24,3	40,8	59,5	32,2	17,8	25,5	11,3	3,7	4,3	21,7	37,6

Fuente: INAMHI

Anexo 22. Serie climática de humedad relativa media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Humedad Relativa Media Mensual (%)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL				CODIGO:	M0103						
PERIODO:	1993 - 2012				LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W		ELEVACION:	2860
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	80	80	82	81	81	78	81	77	78	78	80	81
1994	82	81	82	83	82	83	81	81	77	78	84	82
1995	78	73	78	83	82	80	80	74	76	77	82	79
1996	85	86	85	85	82	84	82	80	77	78	73	73
1997	75	73	72	74	74	73	73	72	72	72	77	74
1998	73	71	74	75	75	75	75	75	80	83	83	79
1999	86	87	86	87	86	87	87	84	84	83	83	87
2000	86	85	86	87	88	87	86	81	79	77	76	77
2001	79	80	80	81	82	81	81	79	78	73	80	81
2002	77	79	77	78	80	80	79	83	79	81	83	81
2003	75	77	79	80	80	78	78	75	76	77	76	78
2004	69	72	75	76	78	77	77	79	80	80	81	78
2005	81	80	81	82	79	80	78	75	75	75	74	77
2006	79	78	80	77	77	79	78	78	76	78	80	81
2007	81	77	82	82	83	84	79	81	83	83	83	84
2008	83	82	84	82	84	82	83	80	78	78	81	80
2009	81	81	78	80	80	83	84	82	78	78	77	80
2010	78	81	81	81	82	84	80	80	77	83	86	84
2011	80	83	83	83	81	82	82	80	83	81	77	83
2012	82	83	89	88	95							
AÑOS	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19
SUMA	1590	1589	1614	1625	1631	1537	1524	1496	1486	1493	1516	1519
MEDIA	79,5	79,5	80,7	81,3	81,6	80,9	80,2	78,7	78,2	78,6	79,8	79,9
MÁXIMA	86	87	89	88	95	87	87	84	84	83	86	87
MÍNIMA	69	71	72	74	74	73	73	72	72	72	73	73

Fuente: INAMHI

Anexo 23 Serie climática de evaporación potencial media mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Evaporación Potencial Media Mensual (mm)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL				CODIGO:	M0103						
PERIODO:	1993 - 2012				LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W		ELEVACION:	2860
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	102,1	76,9	76,0	82,3	70,2	64,9	75,9	81,5	67,7	75,4	72,6	76,9
1994	72,8	63,5	77,9	67,9	64,0	55,4	55,1	58,3	63,8	68,4	67,3	81,4
1995	91,1	88,5	88,2	76,7	95,6	81,4	84,4	90,4	81,1	78,2	71,7	83,1
1996	73,7	60,6	76,7	81,7	84,7	68,8	75,2	83,0	90,0	97,5	93,6	80,1
1997	69,1	69,3	83,3	79,9	69,3	76,3	70,9	82,5	88,0	88,0	81,7	94,2
1998	96,2	94,0	97,7	92,7	91,6	80,2	79,1	82,4	99,6	85,1	81,3	100,0
1999	79,0	63,5	89,4	82,5	79,3	85,4	81,6	92,9	82,9	86,5	86,2	78,2
2000	82,5	80,2	77,2	76,5	74,7	76,7	85,5	78,9	81,9	101,9	97,2	86,6
2001	86,0	75,4	83,2	76,2	84,3	78,7	85,9	82,7	87,9	114,8	82,6	88,6
2002	92,5	81,6	89,1	85,7	75,8	72,7	83,6	82,2	90,7	83,3	84,8	91,9
2003	99,8	77,3	86,8	85,5	83,1	81,7	76,0	85,8	89,5	95,1	80,7	83,8
2004	111,8	90,3	89,3	87,5	80,1	82,5	90,2	85,8	92,9	89,8	85,4	102,2
2005	84,8	74,1	78,9	71,8	90,6	88,7	87,5	95,6	89,6	91,7	94,6	75,0
2006	73,2	76,5	79,4	79,5	92,1	84,0	74,0	89,2	81,2	93,3	79,1	88,3
2007	95,5	84,8	87,0	76,3	78,9	65,6	88,3	72,5	69,2	87,7	83,7	76,8
2008	80,1	70,5	80,6	82,6	78,4	87,7	79,5	80,4	90,6	80,5	75,7	83,5
2009	81,1	75,5	91,0	85,5	95,6	81,7	77,2	83,5	101,5	105,6	105,1	97,5
2010	107,1	81,2	90,6	88,6	90,1	75,6	88,4	85,9	95,7	92,0	65,6	84,4
2011	91,8	73,6	83,1	75,9	83,8	84,7	74,9	87,6	75,9	83,9	88,9	76,5
2012	100,7	113,8	103,3	81,9	75,2	80,2	81,7	86,8	85,8	88,0	77,3	80,5
AÑOS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
SUMA	1770,9	1571,1	1708,7	1617,2	1637,4	1552,9	1594,9	1667,9	1705,5	1786,7	1655,1	1709,5
MEDIA	88,5	78,6	85,4	80,9	81,9	77,6	79,7	83,4	85,3	89,3	82,8	85,5
MÁXIMA	111,8	113,8	103,3	92,7	95,6	88,7	90,2	95,6	101,5	114,8	105,1	102,2
MÍNIMA	69,1	60,6	76,0	67,9	64,0	55,4	55,1	58,3	63,8	68,4	65,6	75,0

Fuente: INAMHI

Anexo 24. Serie climática de heliofania efectiva mensual, utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Heliofania Efectiva Mensual (horas)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE:	SAN GABRIEL			CODIGO:	M0103							
PERIODO:	1993 - 2012			LATITUD:	0°36'15" N		LONGITUD:	77°49'10" W		ELEVACION:	2860	
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	135,4	102,8	80,6	105,4	121,3	104,8	147,5	147,5	106,7	131,5	137,0	143,4
1994	128,2	112,8	85,6	95,1	113,8	109,5	110,0	102,6	111,1	134,5	135,4	128,4
1995	141,2	193,3	105,1	113,7	129,9	143,9	187,1	204,0	139,2	158,5	148,7	201,1
1996	95,5	77,0	95,9	115,7	147,2	129,7	154,5	148,2	176,8	178,5	202,9	142,7
1997	149,3	100,8	167,4	117,3	124,0	144,1	137,3	137,2	170,5	166,3	143,3	150,3
1998	171,4	146,2	124,0	117,7	139,1	124,4	143,9	185,2	179,8	161,3	132,0	230,9
1999	105,9	75,7	123,4	119,7	120,3	134,5	159,6	178,4	120,6	137,8	179,7	130,5
2000	143,5	140,9	107,9	118,2	129,2	131,1	128,8	113,6	122,7	159,2	161,4	149,6
2001	138,3	109,2	102,5	99,0	109,0	147,8	162,6	144,7	158,5	241,0	105,9	137,1
2002	173,3	116,4	110,7	126,3	93,4	114,4	143,6	128,2	159,7	134,4	131,0	129,0
2003	149,2	115,5	91,2	124,6	112,0	113,0	139,0	141,1	123,8	155,2	157,8	108,1
2004	211,2	120,4	118,9	112,8	113,2	111,3	113,9	145,0	142,2	136,3	160,0	187,1
2005	144,5	118,7	85,4	101,8	153,4	124,0	158,0	145,2	125,2	126,5	166,1	121,6
2006	85,2	126,7	82,7	111,0	150,5	122,8	139,1	130,0	123,4	139,5	100,4	134,8
2007	136,6	160,8	86,3	93,2	127,9	95,4	192,0	101,8	90,6	141,5	123,0	112,5
2008	115,0	75,5	92,3	141,4	108,8	158,9	135,9	148,4	133,8	120,4	131,2	143,5
2009	81,4	88,5	115,9	115,8	173,5	140,3	119,2	150,4	151,0	144,8	158,8	159,3
2010	171,3	109,9	114,3	120,3	137,1	105,5	145,9	139,4	160,4	136,2	76,5	102,4
2011	164,7	72,9	108,3	103,4	148,9	122,2	109,8	157,8	94,9	132,3	169,4	107,7
2012	116,9	95,4	101,8	112,5								
AÑOS	20	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19	19
SUMA	2758,0	2259,4	2100,2	2264,9	2452,5	2377,6	2727,7	2748,7	2590,9	2835,7	2720,5	2720,0
MEDIA	138	113	105	113	129	125	144	145	136	149	143	143
MÁXIMA	211,2	193,3	167,4	141,4	173,5	158,9	192,0	204,0	179,8	241,0	202,9	230,9
MÍNIMA	81,4	72,9	80,6	93,2	93,4	95,4	109,8	101,8	90,6	120,4	76,5	102,4
MEDIA (hora)	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5

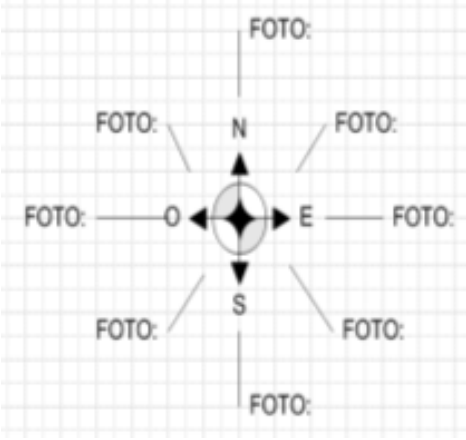
Fuente: INAMHI

Anexo 25. Series climáticas de velocidad del viento, utilizada en el proyecto de riego El Artezón, García Moreno – Carchi, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA																																				
Viento-Dirección Predominante -Velocidad 13H00 (m																																				
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS																																				
NOMBRE:		SAN GABRIEL			CODIGO:		M0103																													
PERIODO:		1993 - 2012			LATITUD:		0°36'15" N			LONGITUD:		77°49'10" W			ELEVACION:		2860																			
AÑOS	ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC													
1993		3,9	SE		3,4	SE		3,6	SE		2,8	SE		2,1	S		3,5	S		3,3	S		3,9	SE		3,2	SW		5,2	SE		1,8	NW		2,8	SE
1994		2,6	SW		3,0	SE		3,3	SE		2,9	SE		2,2	SW		2,9	SE		3,5	SE		2,9	S		2,6	SE		2,2	SW		2,6	SE		2,6	SW
1995		2,3	SE		2,2	SW		2,6	SE		2,7	SW		3,8	SE		2,9	SE		2,9	SW		3,2	SE		3,1	SE		3,0	SE		3,0	SW		2,4	NW
1996		1,9	SW		2,8	SE		2,2	SW		3,9	SE		2,0	S		4,0	SE		2,6	SW		3,0	SE		3,6	SE		2,1	SW		2,0	NE		2,8	SE
1997		1,9	S		3,7	SE		2,1	NE		4,4	SE		3,1	SE		2,2	SW		3,6	SE		3,0	SW		2,9	SE		2,4	SW		2,1	S		1,9	SW
1998		2,9	SE		1,5	NW		2,1	SW		3,7	SE		2,9	SW		1,6	NW		2,9	SE		2,6	SW		2,2	S		2,8	SE		2,3	NE		2,3	SW
1999																																				
2000		2,2	SW		2,2	S		1,7	NE		2,1	N		2,1	SE		1,9	N		1,9	SW		2,8	SE		2,7	NE		2,9	SE		2,4	SW		3,2	SE
2001		2,3	S		2,4	NE		2,0	NW		2,3	SE		3,2	SE		4,3	SE		2,6	S		5,0	SE		2,6	NE		4,5	SE		2,4	SW		4,3	SE
2002		2,5	SW		2,8	SW		3,9	SE		2,1	NE		2,3	SW		3,9	SE		3,0	SE		2,1	SW		2,3	SW		2,3	S		3,4	SE		2,5	SE
2003		3,1	SE		2,2	NE		2,4	SW		1,9	SW		3,1	SE		1,9	SW		4,0	SE		2,1	SW		2,6	SE		2,3	S		2,8	SE		2,4	SW
2004		3,4	SE		2,7	S		2,4	S		2,5	SE		3,1	SE		2,3	S		2,1	S		4,5	SE		2,6	SE		2,7	SE		2,8	SE		2,9	SE
2005		2,0	SW		3,2	SE		2,6	SE		1,7	S		1,6	SW		2,9	SE		3,8	SE		2,4	NE		3,5	SE		2,8	SE		3,2	SE		2,8	SE
2006		2,7	SE		2,3	SE		2,9	SE		3,1	SE		4,0	SE		2,9	SE		3,8	SE		3,6	SE		2,7	SE		4,1	SE		2,8	SE		3,5	SE
2007		2,1	S		3,4	SE		2,3	SE		2,8	SE		2,2	SE		3,1	SE		3,1	SE		2,8	SE		3,8	SE		1,7	S		2,4	SW		2,0	S
2008		4,0	SE		3,1	SE		3,3	SE		2,3	SE		1,9	SW		3,4	SE		3,0	SE		4,1	SE		1,6	SW		1,8	S		1,9	SW		2,7	SW
2009		1,5	S		1,8	S		1,9	SW		3,2	SE		1,8	S		1,8	S		2,1	S		3,8	SE		2,3	S		3,6	SE		1,7	S		1,9	S
2010		3,3	SE		3,2	SE		1,6	S		2,9	SE		2,0	SW		1,7	S		3,2	SE		3,5	SE		2,1	S		3,1	SE		3,3	SE		1,8	S
2011		2,0	S		1,5	S		2,2	S		1,9	S		2,6	S		2,5	SE		2,6	S		2,3	S		2,6	SE		3,0	SW		2,5	SW		2,2	SE
2012		2,9	SE		2,6	SW		4,0	SE		4,3	SE		3,9	SE																					
AÑOS		19			19			19			19			19			18			18			18			18			18			18			18	
SUMA		49,5			50,0			49,1			53,5			49,9			49,7			54,0			57,6			49,0			52,5			45,4			47,0	
MEDIA		2,6			2,6			2,6			2,8			2,6			2,8			3,0			3,2			2,7			2,9			2,5			2,6	
MÁXIMA		4,0			3,7			4,0			4,4			4,0			4,3			4,0			5,0			3,8			5,2			3,4			4,3	
MÍNIMA		1,5			1,5			1,6			1,7			1,6			1,6			1,9			2,1			1,6			1,7			1,7			1,8	

Fuente: INAMHI

Anexo 26. Matriz para levantamiento de información de uso del suelo utilizada en el proyecto de riego El Artezón. García Moreno, Carchi. 2014.

Nº MUESTRA					
PUNTO GPS					
X		Y		Z	
LOCALIZACIÓN					
DESCRIPCIÓN					
FOTOS:					
					

Fuente: Agroprecisión

Anexo 27. Resultados del laboratorio de suelos, utilizada en el proyecto de riego El Artezón.
García Moreno, Carchi. 2014.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 538 Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 3 de 5
---	--	-------------

Método aplicado		Centrífuga				Gravimétrico		Cálculo	Bouyoucos			
No. LAB.	Nombre de la Muestra	Humedad Equivalente (%)	Capacidad de campo 1/3 atm (%)	Punto de marchitez 15 atm (%)	Agua aprovechable (%)	Densidad Real (g/cc)	Densidad Aparente (g/cc)	CIC	Textura			Clase textural
									% A ^a	% L ^a	% Ac ^a	
2728	AR-001-Ah	70.05	63.21	34.35	28.86	1.86	0.25	18.92	38	45	17	Franco
2729	AR-001-B	45.39	41.89	22.76	19.12	---	---	11.30	44	45	11	Franco
2730	AR-003-Ap	58.84	53.52	29.09	24.43	1.97	0.38	12.88	36	51	13	Franco Limoso
2731	AR-003-A	49.07	45.06	24.49	20.57	---	---	21.70	36	51	13	Franco Limoso
2732	AR-003-B	43.28	40.06	21.77	18.29	---	---	20.70	36	53	11	Franco Limoso
2733	AR-B-001	63.72	57.74	31.38	26.36	---	---	17.18	50	33	17	Franco
2734	AR-004-Bt	29.17	27.85	15.14	12.71	---	---	28.62	26	35	39	Franco Arcilloso
2735	AR-004-BC	28.43	27.21	14.79	12.42	---	---	26.18	36	29	35	Franco Arcilloso
2736	AR-005-Ah	56.55	51.53	28.01	23.53	---	---	14.68	38	48	14	Franco
2737	AR-005-Ah2(Btw)	40.60	37.74	20.51	17.23	---	---	12.10	54	36	10	Franco Arenoso
2738	AR-006-A	38.60	36.01	19.57	16.44	2.48	0.58	27.62	38	36	26	Franco
2739	AR-006-Bw	40.05	37.26	20.25	17.01	2.03	0.41	23.04	50	32	18	Franco
2740	AR-007-Ap	27.01	25.99	14.12	11.86	---	---	21.96	40	32	28	Franco Arcilloso
2741	AR-007-A	26.60	25.63	13.93	11.70	---	---	22.96	36	32	32	Franco Arcilloso
2742	AR-008-Ap	24.69	23.98	13.03	10.95	---	---	18.80	42	34	24	Franco
2743	AR-008-Ac	19.67	19.64	10.67	8.96	---	---	15.80	44	38	18	Franco
2744	AR-009-Ah1	36.16	33.89	18.42	15.47	---	---	23.06	46	62	16	Franco
2745	AR-009-Ah2	35.20	33.07	17.97	15.10	---	---	18.88	64	24	12	Franco Arenoso
2746	AR-010-Ap	27.73	26.60	14.46	12.14	---	---	22.80	34	34	32	Franco Arcilloso
2747	AR-010-Bw	23.20	22.69	12.33	10.36	---	---	22.10	38	32	30	Franco Arcilloso
2748	AR-011-Ahp	30.27	28.80	15.65	13.15	---	---	26.46	34	38	28	Franco Arcilloso
2749	AR-011-Btw	32.32	30.58	16.62	13.96	---	---	17.30	64	23	10	Franco Arenoso
2750	CR-P002-Ah	24.64	23.94	13.01	10.93	2.40	0.61	25.96	34	30	36	Franco Arcilloso
2751	CR-P002-Bh	25.78	24.92	13.54	11.38	2.54	0.81	24.76	36	22	42	Arcilloso
2752	CR-P003-A	20.93	20.73	11.26	9.46	2.72	0.66	23.24	40	28	32	Franco Arcilloso
2753	CR-P003-BbH	22.29	21.90	11.90	10.00	---	---	24.48	34	26	40	Franco Arcilloso
2754	CR-P005	47.51	43.72	23.76	19.96	2.03	0.38	23.06	28	56	16	Franco Limoso

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASESORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRICULTOR	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO No. 538 Vía Interoceánica Km 14, Granja del MAGAP, Tumbaco - Teléfono 2372-844 - Telefax 2372-845	Hoja 4 de 5
---	--	-------------

Método aplicado		Centrífuga				Gravimétrico		Cálculo	Bouyoucos			Clase textural
No. LAB.	Nombre de la Muestra	Humedad Equivalente (%)	Capacidad de campo 1/3 atm (%)	Punto de marchitez 15 atm (%)	Agua aprovechable (%)	Densidad Real (g/cc)	Densidad Aparente (g/cc)	CIC	Textura			
									% A*	% L*	% Ac*	
2755	CR-P007-Ap	25.65	24.81	13.48	11.33	---	---	20.22	36	36	28	Franco Arcilloso
2756	CR-P007-B/Co	28.84	27.57	14.98	12.59	---	---	22.64	38	26	36	Franco Arcilloso
2757	CR-P008-Ah	33.01	31.17	16.94	14.23	2.21	0.67	26.36	42	38	20	Franco
2758	CR-P008-Bh	29.26	27.93	15.18	12.75	---	---	27.00	32	34	34	Franco Arcilloso
2759	CR-B004-B-Ap	30.43	28.94	15.73	13.21	---	---	19.78	42	28	30	Franco Arcilloso
2760	CR-B004-Bh(11Ah)	30.81	29.27	15.91	13.36	---	---	31.06	34	34	32	Franco Arcilloso
2761	CR-P009-Ahp	44.72	41.31	22.45	18.86	2.01	0.36	13.68	42	46	12	Franco
2762	CR-P009-B-C	34.61	32.55	17.69	14.86	2.11	0.33	14.24	48	38	14	Franco
2763	CR-P010-Ahp	34.61	32.56	17.70	14.86	2.18	0.67	25.58	42	30	28	Franco Arcilloso
2764	CR-P010-11Ah	32.54	30.77	16.72	14.05	---	---	23.72	32	44	24	Franco
2765	CR-P011-Ah1	60.74	55.16	29.98	25.18	1.91	0.20	19.86	50	32	18	Franco
2766	CR-P011-Ah2	42.59	39.46	21.45	18.01	2.12	0.24	16.42	70	18	12	Franco Arenoso
2767	CR-P013-Ah1	23.65	23.08	12.54	10.54	2.27	0.34	22.66	40	28	32	Franco Arcilloso
2768	CR-P014-Ap	31.98	30.29	16.46	13.83	2.30	0.36	26.28	36	32	32	Franco Arcilloso
2769	CR-P014-Ah	33.22	31.36	17.04	14.32	---	---	15.14	64	26	10	Franco Arenoso
2770	CR-P015-Ahp	37.22	34.81	18.92	15.89	---	---	12.80	46	40	14	Franco
2771	CR-P015-Ah	28.33	27.12	14.74	12.38	---	---	23.50	46	38	16	Franco

*A: Arena; L: Limo; Ac: Arcilla y CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.

OBSERVACIONES:

- Los resultados se expresan en base seca.

- Los resultados analíticos presentes en este informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente al laboratorio.
- Este informe puede reproducirse únicamente en su totalidad

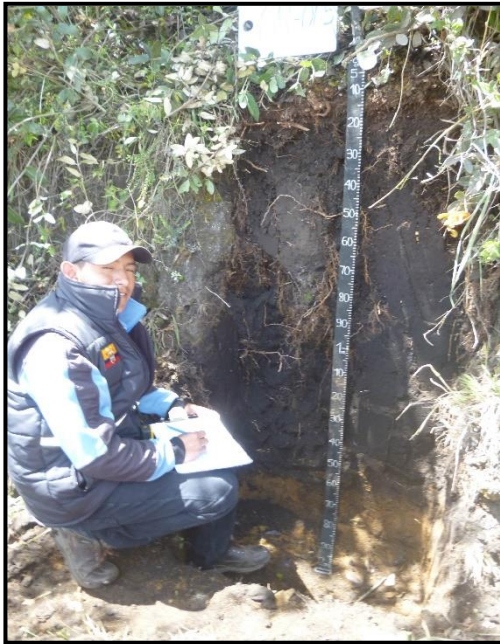
Fuente: Agrocaldidad

Anexo 28. Fotografías

Estudio técnico - Individualización predial



Estudio técnico - Toma de muestras del suelo



Estudio técnico - Infiltración de minidisco



Estudio técnico - Socialización



Panorámica de la zona de estudio (bloque 3 y 4)

