

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**GESTIÓN SOCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL SISTEMA**

**“NUEVO PROGRESO SOLITARIO” – HUANCANÉ**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**RUBEN MAMANI PINTO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**GESTIÓN SOCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS EN EL SISTEMA “NUEVO  
PROGRESO SOLITARIO” – HUANCANÉ**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÍCOLA, APROBADA POR EL JURADO REVISOR  
CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
Ing. ESTEBAN MOISÉS VILCA PÉREZ

**PRIMER MIEMBRO:**

  
Ing. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA

**SEGUNDO MIEMBRO:**

\_\_\_\_\_  
Ing. ROBERTO ALFARO ALEJO

**DIRECTOR:**

  
Dr. JOSÉ J. VERA SANTAMARÍA

**ASESOR:**

  
Dr. FERMIN FRANCISCO CHAÑA CHURA

**ÁREA : Ingeniería y Tecnología**  
**TEMA: Gestión de cuencas**  
**LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente**

**DEDICATORIA**

*A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mis padres Dámaso e Isabel por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.*

*Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.*

*A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola por los conocimientos transmitidos a lo largo de mi vida universitaria.*

*Al Dr. José Vera Santamaría por la dirección y el constante apoyo durante la elaboración del presente trabajo de investigación.*

*Al Dr. Fermín Francisco Chaiña Chura asesor del presente trabajo de investigación, por las buenas orientaciones y el apoyo constante para la culminación del presente trabajo de investigación.*

*Finalmente hago extensivo mi gratitud, a la directiva e integrantes del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario, por su colaboración desinteresada durante mi estadía en el Centro Poblado Solitario.*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.5. Hipótesis.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	8
2.1. Marco teórico.....	8
2.1.1. Gestión de recursos hídricos para riego.....	8
2.1.1.1. La gestión.....	14
a) La gestión de agua.....	15
b) Gestión de riego.....	16
c) Gestión campesina del riego.....	17
La gestión comunitaria del agua.....	18
La gestión intercomunitaria de los sistemas de riego mayores.....	18
2.1.1.2. Uso legal del agua.....	19
2.1.1.3. Oferta y Demanda del Recurso Hídrico.....	20
a) Balance Hídrico.....	20
b) Balance hídrico de la planta.....	21
2.1.1.4. Organización y dirección.....	21
a) Organización.....	24
b) Dirección.....	25
2.1.1.5. Planificación.....	25
a) La planificación en el riego.....	26
b) Diagnostico participativo en sistemas de riego.....	26
Diagnostico integral y participativo de un sistema de riego.....	27
2.1.1.6. Control.....	28
a) Control y reparto del recurso hídrico.....	28
Método de entrega de agua.....	29
b) Control del Volumen Programado.....	34

Programación de Riego.....	34
2.1.2. Practicas de riego .....	36
2.1.2.1. Sistemas de riego.....	37
a) Características del agua de riego.....	37
Calidad del Agua de Riego.....	38
b) Características físicas del suelo.....	41
Propiedades físicas del suelo relacionadas con el riego.....	41
Textura.....	42
Estructura.....	44
Porosidad.....	45
El agua en el suelo.....	46
Estado del agua del suelo.....	47
Fracción de agua del suelo fácilmente disponible.....	51
Movimiento del agua en suelo.....	54
Movimiento del agua en suelos no saturados.....	55
Movimiento del agua en suelos saturados.....	56
Movimiento del agua en el sistema planta atmosfera.....	57
Movimiento del agua en el riego.....	57
Avance del agua en el riego por gravedad.....	59
Infiltración.....	60
c) Calculo de las necesidades de agua de los cultivos.....	65
Conceptos básicos.....	66
Evaporación.....	66
Transpiración.....	66
Evapotranspiración.....	66
Evapotranspiración potencial (ETP).....	67
Evapotranspiración máxima ( $ET_m$ ).....	68
Evapotranspiración real o actual (ETA).....	68
Factor de cultivo ( $K_c$ ).....	69
Evapotranspiración potencial (ETP).....	69
Métodos para determinar la evapotranspiración potencial (ETP).....	70
Métodos directos para la determinación de la ETP.....	71
Métodos indirectos para la determinación de la ETP.....	72
Evapotranspiración real o actual (ETA).....	73

Factor de cultivo (Kc).....	74
Determinación del coeficiente de cultivo (Kc).....	74
Precipitación efectiva (PE).....	75
Necesidades de agua de los cultivos.....	78
Demanda de agua del proyecto.....	79
d) Calculo de la dosis y frecuencia de riego.....	80
Eficiencia de riego (ER).....	81
Eficiencia de almacenamiento (Es).....	83
Eficiencia de conducción y distribución (Ecd).....	83
Eficiencia de aplicación (Ea).....	84
Dosis de riego e intervalo entre riegos.....	85
Dosis de riego.....	85
Lamina de riego.....	87
Frecuencia de riego.....	88
2.1.2.2. Operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.....	89
a) Operación.....	90
b) Mantenimiento.....	91
Mantenimiento de un sistema de riego.....	92
2.1.2.3. Uso de tecnologías apropiadas para riego.....	95
2.2. Marco conceptual.....	96
2.2.1. Gestión de recursos hídricos.....	96
2.2.2. Practicas de riego.....	96
2.2.3. Gestión de la demanda.....	96
2.2.4. Externalidades.....	97
2.2.5. Sociotécnico.....	97
2.2.6. Socioterritorial.....	97
2.2.7. Ciclo agroecológico.....	98
2.2.8. Cuenca hidrográfica.....	98
2.2.9. Infraestructura hidráulica mayor.....	98
2.2.10. Infraestructura hidráulica menor.....	99
2.2.11. Demanda libre.....	99
CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS DEL NUCLEO DE INVESTIGACIÓN.....	100
3.1.  Ámbito de estudio.....	100
3.1.1. Ubicación política y geográfica.....	100

3.1.2. Ámbito Jurisdiccional.....	101
3.1.3. Vías de comunicación y acceso.....	101
3.1.4. Características socio económicas de la población.....	102
3.1.4.1. Población.....	103
3.1.4.2. Actividad principal de la población y nivel de vida.....	103
3.1.4.3. Servicios básicos de la población.....	104
3.1.5. Geología.....	105
3.1.5.1. Geología regional y local.....	106
3.1.6. Ecología.....	107
3.1.7. Hidrografía.....	110
3.1.8. Climatología.....	111
CAPÍTULO IV: MATERIALES Y MÉTODOS.....	113
4.1. Materiales e instrumentos.....	113
4.2. Metodología.....	113
4.2.1. Tipo de investigación.....	113
4.2.2. Diseño de la investigación.....	114
4.2.3. Población y muestra.....	114
4.2.3.1. Población.....	114
4.2.3.2. Muestra.....	114
4.2.3.3. Tipo de muestreo.....	115
4.2.4. Técnicas e instrumentos.....	117
4.2.4.1. De Gabinete.....	117
4.2.4.2. De Campo.....	117
4.2.5. Procesamiento de Datos y Análisis Estadístico.....	118
4.2.5.1. Análisis e interpretación de datos.....	119
4.2.5.2. Contrastación de hipótesis.....	121
CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	125
5.1. Estadística descriptiva.....	125
5.1.1. Discusión de resultados.....	161
5.2. Estadística inferencial.....	167
CONCLUSIONES.....	174
RECOMENDACIONES.....	178
BIBLIOGRAFÍA.....	179
ANEXOS.....	182



**CUADROS**

CUADRO N° 2.1: Extracción anual global de agua estimada.....	10
CUADRO N° 2.2: Rango de tamaño de partículas según la fracción granulométrica.....	44
CUADRO N° 2.3: Densidad aparente según la textura.....	46
CUADRO N° 2.4: Evapotranspiración potencial por zonas.....	70
CUADRO N° 2.5: Precipitación efectiva (PE).....	77
CUADRO N° 3.1: Distribución del espacio político.....	101
CUADRO N° 3.2: Vías de comunicación y acceso al lugar de estudio.....	102
CUADRO N° 4.1: Muestra estratificada proporcional del comité de usuarios.....	116
CUADRO N° 4.2: Cálculo de la razón de muestreo.....	117
CUADRO N° 5.1: Superficie sembrada de los principales cultivos.....	126
CUADRO N° 5.2: Superficie de pastos naturales y cultivados.....	128
CUADRO N° 5.3: Calidad del agua de riego.....	130
CUADRO N° 5.4: Calidad de las tierras agrícolas.....	131
CUADRO N° 5.5: Tipo de riego del sistema.....	132
CUADRO N° 5.6: Idioma que hablan los usuarios del sistema de riego.....	133
CUADRO N° 5.7: Nivel educativo de los usuarios.....	134
CUADRO N° 5.8: Eventos de actualización de los usuarios.....	135
CUADRO N° 5.9: Eventos de capacitación de los usuarios.....	136
CUADRO N° 5.10: Instituciones de los que recibieron asistencia técnica sobre gestión y prácticas de riego.....	137
CUADRO N° 5.11: Quienes realizan la planificación en el comité de usuarios.....	138
CUADRO N° 5.12: Forma de la toma de decisiones en la planificación de los usuarios.....	139

CUADRO N° 5.13: Forma de la toma de decisiones dentro de la organización.....	140
CUADRO N° 5.14: Logra la organización cumplir las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado.....	141
CUADRO N° 5.15: La toma de decisiones es ágil y oportuna.....	142
CUADRO N° 5.16: El proceso de coordinación es efectivo.....	143
CUADRO N° 5.17: Se han establecido normas o criterios para medir el volumen de agua entregado al usuario.....	144
CUADRO N° 5.18: Forma control de entrega de agua en la unidad de riego.....	145
CUADRO N° 5.19: Modalidad de entrega de agua en la unidad de riego en época de avenida.....	146
CUADRO N° 5.20: Modalidad de entrega de agua en la unidad de riego en época de estiaje.....	147
CUADRO N° 5.21: Proporción de terrenos que logra regar.....	148
CUADRO N° 5.22: Existen conflictos respecto a la distribución del agua de riego.....	149
CUADRO N° 5.23: Cómo resuelve la dirigencia de la organización los conflictos entre usuarios o con otras organizaciones campesinas o entidades.....	150
CUADRO N° 5.24: Operación el sistema de riego.....	151
CUADRO N° 5.25: Como se mantienen los derechos de agua.....	152
CUADRO N° 5.26: Existen normas y reglas establecidas para el mantenimiento del sistema de riego.....	153
CUADRO N° 5.27: Formas de trabajo de los usuarios del sistema de riego.....	154
CUADRO N° 5.28: Logra la dirigencia de la organización realizar en tiempo oportuno los mantenimientos de la infraestructura del sistema de riego.....	155
CUADRO N° 5.29: El derecho de uso del agua es mediante licencia, permiso o autorización.....	156
CUADRO N° 5.30: Necesidad de agua de los cultivos.....	157
CUADRO N° 5.32: Dosis de riego en los cultivos.....	159
CUADRO N° 5.33: Control de reparto del agua.....	160

## GRÁFICOS

GRAFICO N° 2.1: Grafico triangular para determinar la clasificación de los suelos según su textura.....	43
GRAFICO N° 2.2: Patrón típico de la distribución de agua extraída por las raíces de un cultivo.....	51
GRAFICO N° 2.3: Curva típica del factor de cultivo.....	76
GRAFICO N° 5.1: Distribución del área de cada cultivo en hectáreas bajo riego.....	126
GRAFICO N° 5.2: Distribución porcentual del área de cada cultivo bajo riego.....	127
GRAFICO N° 5.3: Distribución del área de cada cultivo y pastos en hectáreas bajo riego.....	128
GRAFICO N° 5.4: Distribución porcentual del área de cada cultivo y pastos bajo riego.....	129
GRAFICO N° 5.5: Distribución porcentual sobre la calidad del agua de riego.....	130
GRAFICO N° 5.6: Distribución porcentual sobre la calidad de las tierras agrícolas.....	131
GRAFICO N° 5.7: Distribución porcentual sobre el tipo de riego del sistema.....	132
GRAFICO N° 5.8: Distribución porcentual sobre el idioma que hablan los usuarios del sistema de riego.....	133
GRAFICO N° 5.9: Distribución porcentual sobre el nivel educativo de los usuarios de riego.....	134
GRAFICO N° 5.10: Distribución porcentual sobre los eventos de actualización de los usuarios.....	135
GRAFICO N° 5.11: Distribución porcentual sobre los eventos de capacitación de los usuarios.....	136
GRAFICO N° 5.12: Distribución porcentual sobre instituciones de los que recibieron asistencia técnica sobre gestión y prácticas de riego.....	137
GRAFICO N° 5.13: Distribución porcentual sobre quienes realizan la planificación en el comité de usuarios.....	138
GRAFICO N° 5.14: Distribución porcentual sobre la forma de la toma de decisiones en la planificación de los usuarios.....	139
GRAFICO N° 5.15: Distribución porcentual sobre la forma de la toma de decisiones dentro de la organización.....	140

GRAFICO N° 5.16: Distribución porcentual sobre si logra la organización cumplir las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado.....	141
GRAFICO N° 5.17: Distribución porcentual sobre la toma de decisiones es ágil y oportuna .....	142
GRAFICO N° 5.18: Distribución porcentual sobre si el proceso de coordinación es efectivo.....	143
GRAFICO N° 5.19: Distribución porcentual sobre si se ha establecido normas o criterios para medir el volumen de agua entregado al usuario.....	144
GRAFICO N° 5.20: distribución porcentual sobre la forma de control de entrega de agua en la unidad de riego.....	145
GRAFICO N° 5.21: Distribución porcentual sobre la modalidad de entrega de agua en la unidad de riego en época de avenida.....	146
GRAFICO N° 5.22: Distribución porcentual sobre cuál es la modalidad de entrega de agua en la unidad de riego según la época de estiaje.....	147
GRAFICO N° 5.23: Distribución porcentual sobre la proporción de terrenos que logra regar.....	148
GRAFICO N° 5.24: Distribución porcentual sobre si existen conflictos respecto a la distribución del agua de riego.....	149
GRAFICO N° 5.25: Distribución porcentual sobre cómo resuelve la dirigencia de la organización los conflictos entre usuarios o con otras organizaciones campesinas o entidades.....	150
GRAFICO N° 5.26: Distribución porcentual sobre quiénes operan el sistema de riego.....	151
GRAFICO N° 5.27: Distribución porcentual sobre cómo se mantienen los derechos de agua.....	152
GRAFICO N° 5.28: Distribución porcentual sobre si existen normas y reglas establecidas para el mantenimiento del sistema de riego.....	153
GRAFICO N° 5.29: Distribución porcentual sobre formas de trabajo de los usuarios del sistema de riego.....	154
GRAFICO N° 5.30: Distribución porcentual sobre si logra la dirigencia de la organización realizar en tiempo oportuno los mantenimientos de la infraestructura del sistema de riego.....	155
GRAFICO N° 5.31: Distribución porcentual sobre el derecho de uso del agua es mediante licencia, permiso o autorización.....	156
GRAFICO N° 5.32: Necesidad de agua de los cultivos.....	157
GRAFICO N° 5.34: Dosis de riego en los cultivos.....	159
GRAFICO N° 5.35: Control de reparto del agua.....	160

## RESUMEN

Este trabajo de investigación titulado **Gestión Social de Recursos Hídricos en el Sistema “Nuevo Progreso Solitario” – Huancané**, se realizó con el objetivo de conocer el nivel de conocimientos de los usuarios sobre las prácticas de riego, explicar las características de la planificación de las practicas de riego, analizar las formas de organización y dirección, así como analizar la modalidad del control del recurso hídrico para las practicas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario, tuvo como ámbito geográfico el Centro Poblado de Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané de la Región Puno, correspondiéndole un muestreo estratificado distribuidos en las cuatro Comunidades Campesinas y una Parcialidad.

Para la recolección de información, se utilizo una encuesta previamente diseñada que fueron aplicados a los integrantes del comité de usuarios, así también una guía de observación desarrollado en los ámbitos del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.

Los resultados han permitido determinar que el nivel de conocimientos de los usuarios campesinos sobre las prácticas de riego es diferenciado, tal como lo evidencian las encuestas realizadas, así se tiene que el 35.849% de usuarios campesinos asistieron de 1 a 2 eventos de capacitación, 5.660% de 3 a 4, 1.887% y el 56.604% no asistieron a ningún evento como talleres, pasantías y seminarios.

Con respecto a la planificación se realiza de forma participativa con la participación amplia de los usuarios campesinos, así el 94.340% de los encuestados dicen que la toma de decisiones en la planificación se realiza en asambleas de forma participativa, el 5.660% la directiva.

Las formas de organización y dirección del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario son a través de los trabajos de faenas que se realizan para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica, y los trabajos programados se cumplen en tiempo y plazos acordados por la organización. Teniendo formas de trabajo que son las faenas integrales de todos los usuarios, los que se realizan para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica al inicio de la operación del sistema que ocurre después del periodo de las lluvias por el mes de abril, también se realizan trabajos de faenas por comunidad que comprenden trabajos en la infraestructura hidráulica ubicadas dentro de la circunscripción de la comunidad correspondiente.

El control de entrega de agua en el sistema de riego Nuevo Progreso solitario es de forma espontanea al llegar el agua a la parcela, ejerciéndose un control mutuo entre usuarios.

Podemos ver que la gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego se realiza en base a la toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos.

**Palabras claves:** Gestión de recursos, recursos hídricos, prácticas de riego, sistema de riego, usuarios campesinos.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como preocupación principal la problemática de la escasez del agua dulce, teniendo en cuenta que gran parte de este recurso es utilizada por el sector agrícola en muchos casos de manera irresponsable, derrochándose grandes cantidades de agua, principalmente por las inadecuadas prácticas de riego y la deficiente gestión de los sistemas de riego.

Este trabajo se justifica porque tiene el propósito de analizar la gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario que se desarrolla en base a toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos, la mayor parte de la inversión que realizan las organizaciones de regantes y usuarios, está orientada a la mejora del aspecto infraestructura, suponiendo que la mayor parte de las pérdidas que se presentan en el sistema son consecuencias de aspectos naturales. Sin embargo la pérdida de agua en el sistema no puede ser justificada solamente por la falta de revestimiento de canales y de obras de control; todo indica que el factor determinante de las bajas eficiencias esta en el accionar humano. Así la no-inversión en la capacidad gestionaría determina un bajo aprovechamiento de las inversiones realizadas en la infraestructura existente.

En el capítulo I se aborda el problema de investigación, los antecedentes, la justificación, los objetivos y las hipótesis planteadas; En el capítulo II, el marco teórico y conceptual. En el capítulo III se presentan las características del núcleo de investigación. En el capítulo IV los materiales y métodos; los resultados y discusión se desarrolla en el capítulo V. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, la bibliografía y los anexos.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

En el siglo XXI uno de los problemas principales que afronta el mundo es la escasez del agua dulce, y por ende también nuestro país, teniendo en cuenta que gran parte del agua dulce accesible es utilizada por el sector agrícola en muchos casos de manera irresponsable, derrochándose grandes cantidades de agua, principalmente por las inadecuadas prácticas de riego y el deficiente manejo de los sistemas de riego. De ahí la necesidad de optimizar el uso del recurso agua a través de la implementación de nuevas tecnologías de riego el cual demanda una adecuada gestión de recursos hídricos para el sector agrícola.

El uso y manejo inadecuado de los recursos hídricos, sumado a ello la escasez constituyen factores de mayor limitación para el desarrollo sostenible a nivel mundial. La salud y el bienestar del ser humano, la seguridad alimentaria, el desarrollo industrial y la calidad de los ecosistemas que dependen de manera directa de un adecuado manejo y gestión del recurso hídrico.

La Región Puno, tiene una topografía sumamente accidentada, fuertes vientos y a ella se suma las condiciones climáticas agrestes, sin embargo la agricultura es una actividad indispensable de la zona. Es por eso que en la actualidad muchas investigaciones se han centrado en estudios y evaluaciones de los distintos sistemas de riego existentes en la región.

El sistema de riego Nuevo Progreso Solitario tiene una infraestructura que ha sido construido con fines de mejorar las eficiencias de riego, los niveles de producción y productividad. Sin embargo al instalarse el sistema no se considero una



alternativa de gestión del recurso hídrico para riego, razón por la cual a la fecha no se ha logrado los objetivos y metas planteadas inicialmente por el proyecto.

El problema radica entonces en la variable gestión de los recursos hídricos, al no haber sido abordado adecuadamente, e incluso se vienen generando conflictos y problemas de contaminación con inadecuados manejos del recurso en cantidad y calidad, al no contar con tecnologías apropiadas y herramientas esenciales para el manejo asertivo del recurso hídrico. Es el caso particular del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario, por lo que se realizó esta investigación.

En el marco de lo expuesto, se formula las siguientes interrogantes que definen el problema de investigación:

#### **Problema general**

¿La gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario se desarrolla en base a toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos?

#### **Problemas específicos:**

1. ¿Cuáles es el nivel de conocimiento de los usuarios campesinos sobre las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario?
2. ¿Cuál es la característica de la planificación de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario?
3. ¿Cómo es la organización y dirección de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario?
4. ¿Cuál es la modalidad del control del recurso hídrico para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario?

## 1.2 Antecedentes

Existe una mayor conciencia en los hombres a cerca de la importancia del recurso agua, el cual es indispensable para la vida y el desarrollo de todas las actividades humanas, y tal conciencia implica además que el agua no es inagotable y que la misma debe conservarse, controlarse e incrementarse. A la vez, existe una creciente preocupación por la calidad del agua, que influye además en su aspecto cuantitativo, ocupando tal problema un lugar preponderante en la actual política ambiental de los países en especial el Perú.

Por un lado la actividad agraria requiere del agua para el riego, el que puede ser definido como la práctica agronómica por la que se aplica el agua al suelo con el objeto de cubrir la demanda hídrica para el crecimiento de la planta y lograr la mayor producción y calidad del cultivo, empleándose también en la crianza de animales. Se utiliza para las actividades conexas de transformación o industrialización de los productos agrícolas, tareas que además de afectar el recurso en cuanto a cantidad, lo limitan en su calidad, impactando en el ambiente y la vida en general.

La tesis titulada “Análisis del proceso de planeamiento de la gestión de los recursos hídricos con enfoque integral de la subcuenca Cala Cala Llache - Huancané” presentado a la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional del Altiplano por: Huayllara Ccalla José, tiene el siguiente objetivo.

Analizar el proceso de planeamiento de la gestión de los recursos hídricos de la subcuenca Cala Cala Llache con un enfoque integral.

Llegando a las conclusiones:

- Falta de un espacio para gestionar los conflictos sobre la distribución de agua de riego entre los diferentes comités de riego del rio Cala Cala y por

los nuevos accesos al agua con fines poblacionales, así como el trasvase de las aguas de la laguna tiqllacochoa.

- El diseño del esquema metodológico para realizar el planeamiento de la gestión de los recursos hídricos con un enfoque integral para una subcuenca está basado en los principios y dimensiones de la Gestión Integral de Recursos Hídricos que comprende los aspectos: económico-productivo, social-cultural y recurso agua-ambiental; la misma debe seguir 5 etapas siguientes: 1) Las acciones preparatorias, 2) El diagnóstico participativo, 3) La elaboración del plan, 4) El financiamiento y ejecución y 5) El seguimiento y evaluación.
- La aplicación del esquema metodológico es relevante e importante, lo que permite tener un marco de referencia para realizar un planeamiento de los recursos hídricos en una subcuenca, la misma que permitirá obtener resultados deseados, pudiendo aplicarse en casos similares.
- En la gestión integral de los recursos hídricos, la fase del planeamiento es de suma importancia, en tal sentido contar con un esquema metodológico contribuirá a mejorar resultados en la gestión del agua de la subcuenca Cala Cala Llache y en otras subcuencas y microcuencas.

### **1.3 Justificación**

Esta investigación se justifica porque la mayor parte de la inversión que realizan las organizaciones de regantes y usuarios, está orientada a la mejora del aspecto infraestructura (construcción de obras de derivación, elaboración de estudios para mejoramiento de la infraestructura de riego, etc.), suponiendo que la mayor parte de las pérdidas que se presentan en el sistema son consecuencias de aspectos naturales. Sin embargo la diferencia entre la eficiencia de conducción y

distribución no puede ser justificada solamente por la falta de revestimiento de canales y de obras de control dentro de los subsectores; todo indica que el factor determinante de las bajas eficiencias esta en el accionar humano. Así la no-inversión en la capacidad gestionaría determina un bajo aprovechamiento de las inversiones realizadas en la infraestructura existente. Así mismo es importante implementar una gestión eficiente del recurso hídrico, permitiendo al usuario recibir el agua en el momento oportuno y en las cantidades suficientes, para la toma de decisiones a nivel de usuarios, para acuerdos tomados en asambleas asumiendo responsabilidades de carácter ejecutivo y capacitando a los regantes contando con el apoyo técnico y financiero de sus organizaciones.

#### **1.4 Objetivos**

##### **Objetivo general**

Analizar la gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario que se desarrolla en base a toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos.

##### **Objetivos específicos**

1. Analizar el nivel de conocimiento de los usuarios sobre las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario.
2. Explicar las características de la planificación de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario.
3. Analizar las formas de organización y dirección de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso solitario.
4. Analizar la modalidad del control del recurso hídrico para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario.

## **1.5 Hipótesis**

### **Hipótesis general**

La gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario se desarrolla en base a la toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos.

### **Hipótesis específicas:**

1. El nivel de conocimiento de los usuarios sobre las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es diferenciado.
2. La planificación de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es participativo.
3. La forma de organización y dirección de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es a través de la faena (trabajo en conjunto) y tareas en un tiempo determinado.
4. El control del recurso hídrico para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es espontáneo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 2.1 Marco teórico

##### 2.1.2. Gestión de recursos hídricos para riego

Según la revista "Gestión del agua hacia el 2030", Durante los últimos 50 años el considerable incremento de la productividad agrícola ha protegido al mundo de devastadoras escaseces de alimentos y del peligro de hambrunas de masas. La gestión del agua, tanto en la agricultura de secano como en la de regadío, fue decisiva para lograr ese incremento, fue uno de los principales elementos de las técnicas de la revolución verde basadas en la aplicación de fertilizantes y la utilización de variedades de gran rendimiento, y contribuyó a incrementar la productividad -la "producción por gota"- alrededor del 100 por ciento desde 1960.

Los próximos 30 años plantearán nuevos retos. Con el crecimiento demográfico -alrededor de 8 300 millones de personas para el año 2030- la agricultura tendrá que adaptarse a la modificación de las pautas de la demanda de alimentos, combatir la inseguridad alimentaria y la pobreza en las zonas rurales y competir por los escasos recursos hídricos con otros usuarios. Para satisfacer estas diversas demandas, la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) considera que las políticas agrícolas tendrán que liberar el potencial de las prácticas de gestión del agua para incrementar la productividad, promover un acceso equitativo al agua y conservar los recursos básicos. Propone una estrategia para "reinventar" la gestión del agua en el sector agrícola, a partir de la modernización de la infraestructura de riego y las instituciones pertinentes, la plena participación de los usuarios del agua en la distribución de los costos y







los beneficios, y el impulso a la escasa inversión en sectores decisivos de la cadena de la producción agrícola.

**Agua para los cultivos.** Las necesidades humanas y animales de agua son relativamente reducidas, una persona común y corriente consume alrededor de cuatro litros al día, pero producir los alimentos diarios para esa misma persona puede necesitar alrededor de 5 000 litros de agua. Por eso la producción de alimentos y fibras vegetales requiere la mayor proporción de agua dulce de origen natural para consumo humano, o cerca del 70 por ciento del agua que se extrae.

El informe de la FAO *Agricultura mundial: hacia los años 2015-2030* prevé que la producción de alimentos necesitará incrementarse un 60 por ciento para cerrar las brechas de la nutrición, atender el crecimiento de la población y adaptarse a los cambios alimentarios en los próximos 30 años. Se prevé un incremento de la extracción del agua para la agricultura del 14 por ciento en ese periodo, lo que representa una tasa anual de crecimiento del 0,6 por ciento, en comparación con el 1,9 por ciento del periodo 1963-1999. Gran parte del incremento corresponderá a las tierras cultivables de riego, cuya expansión mundial se prevé de dos millones de kilómetros cuadrados a 2,42 millones de kilómetros cuadrados. En un grupo de 93 países en desarrollo, se prevé que la eficacia de la utilización del agua para riego -es decir, la relación entre el consumo agrícola del agua y el volumen total del agua que se extrae- aumente de un promedio de 38 por ciento a 42 por ciento.

CUADRO Nº 2.1

## EXTRACCIÓN ANUAL GLOBAL DE AGUA ESTIMADA

Sector	1950		1995	
Agricultura		79%		69%
Industrias		14%		21%
Municipios		7%		10%

Fuente: "Gestión del agua hacia el 2030" FAO (2003).

En consecuencia, "Para mantener lo que se ha logrado en gestión del agua en los últimos 50 años -explica el documento de la FAO- se reducirá la presión sobre los recursos, a la vez que habrá una mayor transferencia del recurso para otras aplicaciones, no agrícolas". Pero, prosigue, el anterior incremento de la productividad obedeció a una inversión estratégica no sólo en infraestructura para la gestión del agua, sino asimismo en investigación y extensión agrícolas, sectores decisivos de la cadena de producción que hoy presentan una tendencia de aguda disminución. Para hacerles frente a los retos futuros, por lo tanto, la inversión agrícola tiene que estimularse y utilizarse como apoyo a un conjunto estratégico que combina investigación, mejores prácticas agrícolas, creación de capacidad para los usuarios del agua y la promoción del comercio agrícola mundial.

El avance también dependerá de pasar de lo que la FAO denomina "una cultura de gestión del suministro" a otra de "gestión de la demanda". El modelo impulsado



por el suministro fue la base de la mayor parte del desarrollo de los recursos hídricos en los últimos 50 años, cuando grandes instituciones nacionales o estatales establecieron vastas zonas de riego. Pero sus resultados no fueron tan buenos en la gestión de esos sistemas una vez establecidos. La toma de decisiones comúnmente era vertical y burocrática, y les dejaba a los usuarios finales poca flexibilidad para definir sus pautas agrícolas, calendarios y programas de suministro de agua. Con frecuencia, un suministro de agua poco fiable obligaba al usuario a explotar en exceso los mantos freáticos. En el decenio de 1980 se hizo palpable que muchos programas de riego se habían convertido en una carga para el presupuesto nacional y que degradaban el medio ambiente.

La FAO tiene una perspectiva positiva de las amplias reformas iniciadas en el decenio de 1990 que dieron lugar al paso de la responsabilidad a las asociaciones locales de usuarios y a un cambio a estrategias de gestión impulsadas por la demanda. Hoy los agricultores cada vez participan más en la toma de decisiones y en los gastos de operación y mantenimiento de los sistemas de irrigación. "Una de las principales prioridades de la modernización es evaluar las condiciones materiales del sistema de irrigación y determinar las opciones prácticas para avanzar hacia un servicio más fiable y flexible de suministro del agua y adaptarse a una demanda variable de servicios hídricos" dice el documento de la FAO. A fin de cuentas, corresponde a los usuarios decidir qué nivel de servicio requieren y están dispuestos a pagar.

**"Externalidades negativas"**. Pero la gestión del agua en el nuevo siglo no sólo le corresponde a la producción agrícola. "Si bien el objetivo específico es proporcionar un suministro de agua más fiable y adecuado para los cultivos -se

explica en el documento-, la gestión siempre producirá significativas repercusiones en las actividades económicas, los procesos ambientales y la salud de la población". Como la industria, la agricultura está bajo presión para reducir los efectos de sus "externalidades negativas", en particular las asociadas a la aplicación de fertilizantes y plaguicidas.

Las cuestiones ambientales deben formar parte de la modernización en la utilización y la gestión del agua. La extracción de ríos y lagos y la construcción de infraestructura de riego desplazan invariablemente a las tierras húmedas que constituyen, por sí mismas, componentes muy productivos de los sistemas agroecológicos. El drenaje causado por la irrigación a menudo se traduce en pérdida de calidad del agua, propagación de enfermedades relacionadas con el agua y degradación del suelo por anegamiento y salinización. Para reducir estos efectos, se explica en el documento, la moderna gestión del agua necesita basarse en evaluaciones estratégicas del medio ambiente y análisis de los costos y beneficios, supervisión ambiental constante e integración del riego en el contexto ambiental más amplio.

Pero también hace falta un reconocimiento más general de que una gestión atinada del agua da buenos resultados, comprendida la viabilidad socioeconómica de zonas rurales enteras, a través de la creación del capital social necesario para la gestión de los sistemas de irrigación y la expansión del transporte y la infraestructura de mercado para la venta de los productos agrícolas. Entre los efectos ambientales positivos de la irrigación están la creación de humedales artificiales, microclimas y la biodiversidad asociada a éstos. La gestión agraria de la agricultura de secano ayuda a combatir la erosión del suelo y a proteger las

zonas bajas de las inundaciones. "Reconocer la diversidad y amplitud de estas externalidades es fundamental para el desarrollo sostenible", dice el estudio. Por el contrario, una gestión exclusivamente centrada en los cultivos será insostenible desde el punto de vista económico y ambiental.

**Política de intervención.** La FAO considera que hay un amplio margen de intervención normativa para contribuir a "reiventar" la gestión del agua en la agricultura. Recomienda un planteamiento estratégico del fomento de los recursos disponibles de tierras y agua, a fin de satisfacer la demanda de productos alimenticios y agrícolas, así como una mayor conciencia de los beneficios productivos que se pueden obtener mediante un uso inteligente del agua.

Es necesario garantizarles a los agricultores en lo personal y a las familias campesinas una "relación estable" con los recursos agrarios e hídricos, es decir, derechos de tenencia de las tierras y de utilización del agua suficientemente flexibles para promover la ventaja comparativa de producir alimentos básicos y cultivos comerciales. Esos derechos deben completarse con crédito rural y financiación, y con la difusión de tecnología y buenas prácticas en la utilización del agua. También se necesita adecuar las estrategias de gestión, abandonando los sistemas tradicionales de irrigación para adoptar tecnologías que favorezcan a los sectores pobres y sean accesibles, como el acopio de agua en pequeña escala.

En el ámbito del sistema de riego, con la ayuda de programas de modernización se obtendrá el valor pleno de los costos no recuperables y se reducirá la presión sobre los fondos públicos. Las estrategias de modernización deberían transformar los rígidos sistemas de mando y control en sistemas mucho más flexibles de

suministro de servicios. La agricultura debería -y puede- asumir sus responsabilidades ambientales con mucha más eficacia reduciendo al mínimo los efectos ambientales negativos de la producción de regadío, y tratando de restablecer la productividad de los ecosistemas naturales.

#### 2.1.1.1. La gestión

Ccalla Huayllara (2011, 23) cita a Ivancevich (2006) quien define a la gestión como “el proceso emprendido por una o más personas para coordinar las actividades laborales de otras personas con la finalidad de lograr resultados de alta calidad que cualquier otra persona, trabajando solo no podría alcanzar”.

Según Durán (2009, 10) es un conjunto de actividades más los medios necesarios para lograr un objetivo determinado

- organización y planificación de las acciones.
- gente y recursos para las actividades requeridas.

Gerbrandy y Hoogendam (1998, 237) afirma que la gestión viene de gestionar. Según el diccionario VOX, “gestionar” significa: “hacer diligencias para el logro de un negocio o de un deseo cualquiera”; por ende, gestión es: “acción y efecto de gestionar” y “acción y efecto de administrar”. Lo principal de esta definición es su énfasis en lo que uno quiere lograr, en que las diligencias tienen un objetivo determinado. Si buscamos el verbo diligenciar encontraremos: “poner los medios necesarios para un logro”, de lo que podemos concluir que la gestión no solo comprende las actividades sino también los medios que se necesitan para lograr el objetivo.

Gestión, por lo tanto, es un concepto global o globalizador, que se utiliza para denominar un conjunto de actividades más los medios necesarios para lograr un objetivo determinado.

#### **d) La gestión de agua**

Según Gutiérrez Pérez (2006, 34) Gestión de agua es una forma de interacción social de diferentes actores, empleando diferentes métodos, recursos y estrategias, alrededor de actividades de uso y distribución de agua tomando lugar en un determinado sistema sociotécnico, que consiste en un conjunto de espacios de interacción, los que tienen una dimensión espacial en forma de niveles sociales hidráulicos del sistema de riego (sistema, grupo de familias y familias), y una dimensión de tiempo, vinculada al ciclo agroecológico y al ritmo de la entrega de agua, y que está arraigada en la cultura, en la estructura agraria, en la infraestructura institucional de entidades públicas y privadas y en la infraestructura material (ecología, tecnología), las que son producidas continuamente y transformadas a través de la interacción.

Tomando en cuenta este concepto, en los sistemas campesinos de riego, el principal dominio donde está inmerso el sistema de riego es la comunidad campesina. Dentro de la comunidad, los campesinos o agricultores conviven y se organizan para lograr los objetivos de vida y producción. La articulación de las familias que viven juntas se manifiesta en el ámbito de la comunidad, tanto en la relación social de las familias coexistentes. Como en la delimitación de un espacio físico.

La mayor parte de los recursos dentro de este espacio están bajo el control de sus miembros, quienes organizan la distribución del uso y acceso de los recursos o buscan tenerlos dentro de su control. En el caso del agua, la gestión campesina de agua responde a la lógica de la organización socioterritorial de las comunidades, debido a que la comunidad en la cual se encuentra la fuente de agua es la que tiene mayor derecho a su uso.

Entonces la gestión de agua es una actividad más dentro de la gestión comunitaria en general. A nivel de la comunidad, la gestión de agua incluye actividades como la definición de los derechos, la distribución de agua, el mantenimiento y reconstrucción de la infraestructura y la organización de los usuarios.

Gerbrandy y Hoogendam (1998, 239) se puede aplicar este concepto de gestión a muchos procesos en la sociedad y, por lo tanto, también al riego.

Cuando hablamos entonces de la gestión de agua, nos referimos al conjunto de actividades y los medios necesarios para lograr los objetivos formulados para la distribución del agua.

#### **e) Gestión de riego**

Según Duran (2009, 11) afirma que es un conjunto de actividades y medios necesarios para alcanzar los objetivos de asignación, regulación y entrega del agua de riego.

Sigue mencionando que la gestión del riego es:

- una forma de interacción social (diferentes actores, empleando diferentes métodos, recursos y estrategias).
- acuerdos sobre asignaciones de agua (derechos) y obligaciones (normas).
- alrededor de actividades de uso y distribución de agua.
- que toman lugar en un determinado sistema socio - técnico, que consiste en un conjunto de espacios de interacción.

Características de la gestión de riego:

- tiene una *dimensión espacial* en forma de niveles sociales hidráulicos del sistema (sistema, comunidad, asignación, grupo).
- una *dimensión de tiempo*, vinculada al ciclo agroecológico y al ritmo de entrega de agua.
- y está basada en el aprovechamiento de recursos naturales, y arraigada en la cultura, en la estructura agraria, y en la infraestructura material.

#### **f) Gestión campesina del riego**

Gerbrandy y Hoogendam (1998, 257) la gestión campesina de agua responde a la lógica de la organización socioterritorial de las comunidades, en sus distintos niveles y ambientes. El caso más obvio es que las comunidades suelen reclamar el usufructo de las aguas de una fuente cuando estas se ubican dentro de su territorio, porque, según la lógica andina, es la comunidad en cuyo territorio nace la fuente, es la que tiene mayor derecho a su usufructo.

### **La gestión comunitaria del agua**

Según Gerbrandy y Hoogendam (1998, 258) la gestión comunitaria de agua es una de las tantas actividades de la comunidad, que responde a las características de la gestión comunitaria en general. Ella abarca la socioterritorialidad, la relación con los ciclos de producción agrícola, la participación amplia de los comuneros, una estructura de equidad entre sus miembros y una gran flexibilidad en la aplicación de reglas y normas relacionadas con la circunstancialidad de la gestión comunitaria.

A nivel de la comunidad, la gestión de agua incluye: la distribución de agua, el mantenimiento de la infraestructura, la definición de los derechos, la organización de los usuarios, etc. Queda claro que cuando se trata de un sistema comunitario, de una sola comunidad, ella cuenta con una autonomía total en su forma de cumplir con todas estas exigencias. En sistemas compuestos por varias comunidades, a nivel de cada comunidad, se necesita ajustar sus arreglos internos a las reglas y normas fijadas para el sistema total.

### **La gestión intercomunitaria de los sistemas de riego mayores.**

Gerbrandy y Hoogendam (1998, 260) manifiesta que muchos de los sistemas de riego en la zona andina consisten en más de una comunidad, lo que hace, para la gestión del agua, se necesite una coordinación intercomunitaria, de igual forma, se precisa esta misma coordinación en casos de sistemas de riego interdependientes, por ejemplo, aquellos que



se ubican a lo largo de un mismo río o en la misma cuenca y cuya sustracción de agua influye en las posibilidades de uso de otras.

Para todos esos casos, se necesita de una coordinación y organización de un nivel mayor de la comunidad individual. Por lo general, a lo largo del tiempo, las comunidades fueron capaces de generar organizaciones mayores sobre todo en situaciones en las que la organización intercomunitaria era una condición para crear el mismo sistema de riego.

#### **2.1.1.2. Uso legal del agua**

LEY N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, Para usar el recurso agua, salvo el uso primario, se requiere contar con un derecho de uso otorgado por la Autoridad Administrativa del Agua con participación del Consejo de Cuenca Regional o Interregional, según corresponda. Los derechos de uso de agua se otorgan, suspenden, modifican o extinguen por resolución administrativa de la Autoridad Nacional, conforme a ley.

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 13) el uso legal del agua es que la finca agrícola deberá contar con el correspondiente permiso, derecho o concesión de aguas emitida por la Administración Competente. Dicho documento debe especificar la finca para la que ha sido expedido, superficie de la misma, cantidad de agua que puede ser usada por año, periodo de tiempo para el cual el permiso es válido y el origen de las aguas (subterráneas o superficiales) Además cualquier obra de regulación o captación de aguas de la explotación (balsas de regulación, balsas de acumulación, presas, diques, azudes) deberá contar con la autorización correspondiente.

### 2.1.1.3. Oferta y Demanda del Recurso Hídrico

La oferta y la demanda del recurso hídrico enmarca la disponibilidad de agua en un lugar sea esta superficial o subterránea condiciona la oferta disponible para uso doméstico, industrial y agrícola. A su vez esta depende del grado de precipitación pluvial en la zona y de la capacidad de absorción del terreno, que permita la recarga de los mantos acuíferos. Por lo tanto para poder garantizar a los usuarios la disponibilidad y darles certeza sobre el uso de este recurso a través del tiempo, es necesario promover las prácticas de un mejor uso del agua, así como de la conservación del medio ambiente.

#### c) Balance Hídrico

Según el Servicio Hidrológico Nacional. Comportamiento Hídrico en El Salvador (2002, 9) un balance hídrico es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios, en un área determinada, cuenca, y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área. Dado que el Balance Hídrico presenta un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en un área en particular, permite tomar medidas y establecer lineamientos y estrategias para su protección y utilización de una manera integrada, de tal forma que se garantice su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad.

El modelo de balance hídrico se basa en la ecuación de conservación de masa:

*Entradas – Salidas = Cambio De Almacenamiento*

#### **d) Balance hídrico de la planta**

Según Fuentes Yagüe (2003, 43) el balance hídrico de la planta es el resultado de las aportaciones y de las pérdidas. En ocasiones puede ocurrir que las aportaciones por absorción superen a las pérdidas por transpiración. Sobre todo cuando esta no se produce (de noche), en cuyo caso el exceso de agua se elimina por las hojas en forma de gotas líquidas, a través de unas estructuras llamadas *hidatodos*, mediante un proceso llamado *gutacion*.

Es muy frecuente que las pérdidas superen a las aportaciones, en cuyo caso se produce un déficit hídrico, cuyos efectos negativos dependen de su intensidad y duración y del estado fenológico de la planta.

#### **2.1.1.4. Organización y dirección**

*Art. 26 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, las formas de organización de los usuarios que comparten una fuente superficial o subterránea y un sistema hidráulico común son comités, comisiones y juntas de usuarios.

Los comités de usuarios son el nivel mínimo de organización. Se integran a las comisiones de usuarios y estas a la vez a las juntas de usuarios. Los usuarios que cuentan con sistemas de abastecimiento de agua propio pueden organizarse en asociaciones de nivel regional y nacional conforme a las disposiciones del Código Civil.

Las entidades prestadoras de servicios de saneamiento se integran al sector hidráulico y a la cuenca hidráulica que corresponda según la fuente de abastecimiento de agua de la cual se sirve.

*Art. 27 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, las organizaciones de usuarios son asociaciones civiles que tienen por finalidad la participación organizada de los usuarios en la gestión multisectorial y uso sostenible de los recursos hídricos.

El Estado garantiza la autonomía de las organizaciones de usuarios de agua y la elección democrática de sus directivos, con arreglo al Reglamento.

La Autoridad Nacional lleva un registro de todas las organizaciones de usuarios establecidas conforme a ley.

*Art. 28 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, la junta de usuarios se organiza sobre la base de un sistema hidráulico común, de acuerdo con los criterios técnicos de la Autoridad Nacional.

La junta de usuarios tiene las siguientes funciones:

- a. Operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica.
- b. Distribución del agua.
- c. Cobro y administración de las tarifas de agua.

El ejercicio de las funciones asignadas a las juntas de usuarios, por realizarse respecto a recursos de carácter público, es evaluado conforme a las normas aplicables del Sistema Nacional de Control.

*Art. 29 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, las comisiones de usuarios constituyen las juntas de usuarios y se organizan de acuerdo con los criterios técnicos de la Autoridad Nacional.

*Art. 30 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, los comités de usuarios pueden ser de aguas superficiales, de aguas subterráneas y de aguas de filtración.

Los comités de usuarios de aguas superficiales se organizan a nivel de canales menores, los de aguas subterráneas a nivel de pozo, y los de aguas de filtraciones a nivel de área de afloramiento superficial.

*Art. 31 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, la Autoridad Nacional reconoce mediante resolución administrativa a las organizaciones de usuarios.

*Art. 31 Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*, Las comunidades campesinas y comunidades nativas se organizan en torno a sus fuentes naturales, microcuencas y subcuencas de acuerdo con sus usos y costumbres. Las organizaciones tradicionales de estas comunidades tienen los mismos derechos que las organizaciones de usuarios.

Entonces para el buen mantenimiento y la operación del sistema se requiere la organización de los regantes en un comité, integrando a todos los usuarios y encabezado por una directiva elegida democráticamente entre ellos. Este comité debe tener un reglamento donde detallan las funciones de cada uno de los integrantes de la directiva y de los usuarios, sus obligaciones y derechos. Además el comité tiene la obligación de estar legalmente reconocido por la Autoridad de Aguas.

Las funciones principales del Comité son la operación del sistema de riego, su vigilancia, el mantenimiento, limpieza, reparaciones y mejoramientos. Además tiene que velar por el buen uso del agua, por la protección de la fuente hídrica, intervenir en cualquier conflicto que pueda surgir entre usuarios del sistema, y representar a los regantes ante terceros, entre otras tareas.

La organización y dirección están a cargo de las juntas de usuarios, los cuales ejercen el rol de operadores de infraestructura hidráulica. Agrupan a los comités y comisiones de usuario. Pueden acceder a la operación de la infraestructura hidráulica mayor, bajo las condiciones que establezca la Autoridad nacional del agua para garantizar la eficiente prestación del servicio que prestan y la sostenibilidad de la infraestructura hidráulica pública.

### **c) Organización**

Guerra (1977, 37) el concepto de organización se ha definido o empleado de varias maneras por varios autores. La palabra organización se ha usado para denotar: el proceso de agrupar y arreglar diversas partes mutuamente dependientes con el fin de formar un todo; una unidad que se forma de varios componentes los cuales depende mutuamente entre sí. Pero cada uno con una función específica; un grupo de individuos agrupados para un fin determinado; la estructura ejecutora de una empresa; y el personal administrativo de una empresa.

Camacho Piedra (2002, 89) en la actualidad, la producción eficiente de bienes y servicios requiere de grandes congregaciones de personas que

trabajan en forma conjunta y ordenada como una estrategia para maximizar la eficiencia en el logro de dicho objetivo.

Organizaciones es el conjunto ordenado y sistemático de las relaciones entre personas, trabajo y recursos con el fin de lograr un objetivo común. Para buscar la mejor organización de su empresa, un administrador debe conocer y entender perfectamente los objetivos y planes de dicha organización.

#### **d) Dirección**

Guerra (1977, 45) se ha definido la dirección como la “actividad de mando entendida como guía de hombres que da lugar primariamente a un flujo de comunicaciones”. Consiste en tener la autoridad y los conocimientos prácticos para hacer que la empresa marche normalmente, tener la capacidad para resolver los problemas que se presentan en un momento dado y aceptar la responsabilidad por cualquier decisión que se tome. En síntesis, es guiar y conducir las operaciones cotidianas.

#### **2.1.1.5. Planificación**

Camacho Piedra (2002, 29) la planificación consiste básicamente en decidir por anticipado que se va a hacer, como se va a realizar, cuando y quien lo va a realizar. Eso implica la formulación de objetivos y metas acordes con las políticas de la empresa, así como la selección de los medios o instrumentos necesarios para logra tales objetivos.

Guerra (1977, 36) la planificación podría definirse como la selección de actos futuros que parecen más apropiados para producir los resultados que se

desean. Se acepta que la planificación es una metodología para la toma de decisiones. Como la decisión envuelve la selección entre dos o más alternativas, se podría agregar que la planificación es una metodología para la selección de alternativas.

Toda planificación implica dos campos de acción: el de los objetivos y las metas y el de los medios o instrumentos más adecuados para cumplir los objetivos. Para que la planificación cumpla con ellos debe ser operativa y no solo teórica.

### **c) La planificación en el riego**

Bart Snellen (1997, 26) La planificación del riego exige tomar decisiones sobre los cultivos que se han de practicar en la siguiente temporada de riego. En algunos sistemas, la planificación del riego está a cargo de los administradores del sistema, en esos sistemas los agricultores cultivan los productos indicados por estos administradores. Sin embargo, de preferencia se debe considerar al agricultor como persona capaz de dirigir su propia empresa, lo que incluye la toma de decisiones sobre los productos agrícolas que han de cultivarse.

### **d) Diagnostico participativo en sistemas de riego**

Sánchez, Zapatta, Hadjaj y Ullauri (2003, 127) un diagnóstico es el conjunto de actividades como: reuniones, recorridos por el lugar, averiguaciones, búsqueda de datos, que se hace con la Junta de riego para identificar y analizar los principales problemas que tiene un sistema de riego en su totalidad, desde la fuente de agua hasta las parcelas, para ver dónde está "enfermo o débil" y buscar entre todos las mejores soluciones.



El diagnóstico explica el estado en que está el sistema de riego.

La Junta toma la iniciativa de realizar el diagnóstico y para esto debe prepararlo, organizarlo y distribuir responsabilidades entre los directivos y líderes locales. Informar con anticipación a todos los usuarios por qué y para qué se va a realizar el diagnóstico, cuándo, cómo y dónde.

### **Diagnostico integral y participativo de un sistema de riego**

Sánchez, Zapatta, Hadjaj y Ullauri (2003, 127) este diagnóstico permite conocer los problemas que tienen las diferentes partes de un sistema de riego y plantear alternativas de solución para mejorarlo en su totalidad. Es realizado por la propia Junta de riego y los usuarios, tanto hombres como mujeres.

En este enfoque integral y participativo se tiene en cuenta el aspecto social y técnico por cuanto un sistema de riego no es solamente personas ni solamente obras. Así como las obras técnicas son necesarias, la opinión y participación de la gente es importante. Se llama integral porque tiene en cuenta todos los componentes del sistema de riego.

Es participativo porque la responsabilidad es compartida por todos los que tienen que ver con el sistema de riego. Cada uno cumplirá una determinada tarea.

Tiene que haber participación de todos porque el problema es "problema de todos". Sólo así será un diagnóstico participativo.

Participar es importante para dar la información necesaria, para opinar y dar ideas y para que las cosas que se resuelvan representen los intereses comunes.

#### **2.1.1.6. Control**

Camacho Piedra (2002, 102) el control es el proceso mediante el cual se verifica lo que se está haciendo, se valora el trabajo realizado y se corrige cuando sea necesario.

Para llevar a cabo este proceso se puede contar con los siguientes elementos:

1. Objetivos, políticas, metas y un plan de producción bien elaborado.
2. Un sistema para medir cuantitativa y cualitativamente el desarrollo de las actividades.
3. Los mecanismos necesarios para comparar la ejecución actual con otros criterios base.
4. Un sistema que permita la corrección de los problemas en la situación actual.

Según Guerra (1977, 48) esta función consiste en verificar si el resultado de las operaciones se ajusta a los planes y a las instrucciones dadas. Es la confrontación entre lo que se ha realizado y lo que se ha planificado o previsto. .

#### **c) Control y reparto del recurso hídrico**

Según Gutiérrez Pérez (2006, 79) la distribución de agua significa operar la infraestructura y repartir el agua dentro de un sistema de riego. Las tareas de operación se resumen en la regulación de caudales y el control del flujo y

estructuras para permitir que el agua fluya normalmente. Algo particular sucede cuando el sistema de riego cuenta con obras de almacenamiento como represas, estanques u atajos, las cuales demandan actividades de regulación (apertura y cierre), lo cual se traduce en mayor intensidad de tareas de operación.

En sistemas de riego con obras de captación en el río, las tareas de operación en la temporada de mayor disponibilidad de agua se concentran en el control del flujo o flujos de agua para evitar daños en la infraestructura y parcelas aguas debajo de las obras de captación.

### **Método de entrega de agua**

Gutiérrez Pérez (2006, 79) la distribución de agua, básicamente está determinada por la disponibilidad de agua en la fuente. Cuando la oferta de agua es alta, la entrega de agua normalmente es a demanda libre. Si el agua empieza a disminuir se pone en vigencia la entrega en orden y, por último, cuando disminuye la disponibilidad de agua y se acrecienta la demanda, se establecen turnos.

*Entrega de agua a demanda libre.* La entrega a demanda o demanda libre es común, especialmente, en los sistemas de riego cuya fuente de agua es un río, pero está determinado por la presencia o no de lluvias. Cuando la modalidad de entrega de agua es a demanda libre, toda la gente que vive en el área de influencia de la fuente puede regar sin que exista un control sobre quien tiene turno, pudiendo cada uno regar el tiempo y con la cantidad de agua que desee.

Esta modalidad de reparto está asociada a un suministro continuo y a la división del flujo, debido a la alta disponibilidad de agua.

*Entrega por turno.* En el riego por turno la entrega de agua exige que una persona realice el control del tiempo, pudiendo existir, en algunos casos, un cargo para este control y, en otros, ser el mismo usuario el que reclame su turno.

*Turno a pedido.* En el turno a pedido el usuario solicita a la autoridad correspondiente, que normalmente es el juez de agua, permiso para regar. El juez de agua recibe todas las solicitudes y ordena la entrega de agua. En algunos sistemas, el juez de agua ordena la entrega de agua de manera secuencial y ordena para evitar saltos de agua. Sin embargo, en otros sistemas no sucede esto y se producen saltos de agua, con la consecuente pérdida de agua en los canales.

En algunos otros sistemas existe una entrega mixta: el usuario realiza el pedido al juez de agua, pero el pedido está limitado a un tiempo de riego establecido.

La mayoría de los turnos anteriormente descritos suele ser de turnos fijos o con una secuencia regular entre usuarios. Pero también hay turnos de carácter irregular. En ellos, para cada ocasión se tiene que formular pedidos de agua, después del cual el encargado (juez de agua, comisionado) elabora una lista de usuarios que en cierto periodo (por ejemplo, un día o una semana) van a utilizar el agua. A este, suele llamársele *turno de anote*. Para cada sistema son distintas las reglas de

quienes pueden o no hacerse anotar, cuando hay que hacerlo y por cuánto tiempo se elabora la lista de turnos.

### ***Prácticas campesinas para el reparto de agua***

Gutiérrez Pérez (2006, 82) Para el reparto de agua en los diferentes sistemas de riego encontramos diversos mecanismos o prácticas campesinas que posibilitan la entrega de agua, estas se hacen vigentes solamente cuando la modalidad de entrega de agua es por turnos.

#### ***Rotación y rotación de rotación***

En muchos de los sistemas campesinos la entrega de agua es por rotación a diferentes niveles. Si un sistema de riego está formado por dos comunidades o más, normalmente lo que ocurre es que el flujo del agua con todo su caudal. Primero, va a una comunidad y luego a otra, hasta que todas las comunidades del sistema rieguen. Ya dentro de la comunidad o si el sistema está conformado por una sola comunidad, el agua rota de un canal a otro o de un sector a otro, dentro del mismo canal, la entrega de agua de un usuario a otro es también por rotación, uno detrás de otro.

### ***La presencia de grupos para el reparto de agua***

Gutiérrez Pérez (2006, 84) La presencia de grupos dentro de la comunidad para el reparto de agua se hace evidente en algunos sistemas de riego. La formación de grupos puede deberse a condiciones topográficas, a relaciones de parentesco o al tamaño del sistema. Esta

formación de grupos sirve sobre todo para facilitar el control comunal sobre el reparto de agua, de manera que para todos este claro que cuando uno recibe el agua que le otorga su derecho en las mismas condiciones entre unos y otros.

### ***Factores que determinan la forma de distribución de agua***

Gutiérrez Pérez (2006, 85) Existen diferentes factores que determinan la forma de distribución de agua en un sistema de riego, siendo estos inclusive elementos mismos de la gestión. A la par de la infraestructura y los derechos de agua, influyen en la distribución, por ejemplo, los tipos de flujo, los tipos de uso y la organización social.

### ***Tipos de flujo y su influencia en la distribución***

Gutiérrez Pérez (2006, 75) afirma que a pesar de que existen diferentes fuentes de agua, podemos decir que hay dos “tipos de flujo de agua”: aguas represadas y aguas de flujo continuo. Las aguas que se represan en estanques, atajados y represas tienen más opción de regulación, tanto en frecuencia como en caudal.

Cuando las aguas son de flujo continuo, como en el caso de aguas provenientes de río y vertientes, la situación es más imprevisible, puesto que para los campesinos se hace más difícil planificar el tipo de siembra por el que optaran. La forma de reparto de agua sigue siendo la misma, teniendo escasa posibilidad de modificar la forma de entrega de agua.

Vega Barbato (2002, 15) la definición de la modalidad de entrega de agua es el paso inicial para el análisis de alternativas de reparto de agua. Al respecto, existen cuatro posibles modalidades de entrega de agua:

1. *Entrega de agua continua y en monoflujo* (sin división de caudal):  
Por ejemplo, podría tratarse de un sistema pequeño de riego que se abastece de una vertiente con escaso caudal y que beneficia a una sola unidad de riego (unidad autónoma de reparto). También podría tratarse de un sistema de riego familiar.
2. *Entrega de agua continua y en multiflujo* (con división de caudal):  
Por ejemplo, un caso muy difundido es el reparto de aguas de una fuente con caudal elevado y permanente (ríos permanentes) entre varios sistemas de riego o unidades de riego. En estos casos es frecuente encontrar una forma de reparto proporcional que puede responder a la lógica de bipartición (mitades, mitad de mitades, etc) o según el área de servicio.
3. *Entrega de agua discontinua y en monoflujo*: Esta modalidad de entrega es característica de muchos sistemas que cuentan con una obra de regulación: presa o estanques. También se presenta en el caso de sistema de riego con pozos.
4. *Entrega de agua discontinua y en multiflujo*: Este caso se presenta en sistemas de riego con obras de regulación, en los cuales riegan simultáneamente diferentes sistemas de riego con una fuente de agua común, unidades de riego o usuarios.

#### **d) Control del Volumen Programado**

Gutiérrez Pérez (2006, 88) en sistemas de riego en los cuales la fuente de agua se encuentra distante a la zona de riego, la vigilancia se constituye en una actividad, cuya calidad determina el volumen que llega a la parcela. En algunos sistemas, es la organización comunal o el comité de riego el responsable de la vigilancia de la conducción del agua desde la fuente hasta la zona de riego, para lo cual establecen cargos (tomeros, ronderos, guidores, vigiladores, etcétera), que son cumplidos por los usuarios en forma rotativa.

En otros sistemas son los propios usuarios los que se responsabilizan de la vigilancia del agua, para lo cual, muchas veces tienen que contratar gente, en caso de que los miembros de la familia no sean suficientes.

En los sistemas pequeños, también existe vigilancia, pero se hace menos evidente, puesto que las distancias son más cortas y la tendencia al robo es menor debido a que es más fácil identificar al que está robando. En ambos casos, existen sanciones para multar a los que roban.

#### **Programación de Riego**

Según Castañón (2000, 41) el fin del riego es aportar suficiente agua para obtener una cosecha óptima en cantidad y calidad. El cálculo y programación de riego en parcela, debe determinar, de manera más exacta posible, los siguientes puntos.

- ¿Cuándo hay que regar?



- ¿Qué cantidad de agua hay que aplicar?
- ¿Cuánto tiempo se tarda en dicha aplicación?

Actualmente el riego ha pasado de ser una ciencia empírica a tener una base experimental, a partir de la cual se puede determinar los datos prácticos, principalmente dosis y frecuencia.

Hay que regar antes de que la tensión de agua en el suelo reduzca el suministro hídrico a la planta, de tal forma que esta no disminuya su producción. Para lograrlo se deben conocer a fondo las características de los cultivos (necesidades de agua, funciones de producción, etc.), de los suelos (textura, estructura, propiedades hidrofísicas, etc.) y los datos climatológicos reales. También, en ciertos casos, especialmente riegos de alta frecuencia, pueden influir los sistemas y equipos de riego disponibles.

Según Fuentes Yagüe (2003, 101) la programación de riego tiene por finalidad el ahorro de agua y de energía sin reducir la producción, tratando de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Cuando se debe regar.
- Cuanta cantidad de agua se debe regar y aplicar en cada riego.
- Cuanto tiempo se debe aplicar el agua en cada riego.

Para contestar a las dos primeras preguntas hay que tener en cuenta las necesidades de agua del cultivo y las características del suelo en cuanto a su capacidad para retener el agua. Para contestar a la tercera pregunta hay que tener en cuenta la velocidad de infiltración del agua en el suelo.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 227) la programación de riego trata de resolver las siguientes interrogantes:

¿Cuándo regar?, ¿con cuánto regar?, ¿Cuál es la duración de la aplicación del riego? y ¿Cómo regar?

**El cuándo regar**, Se refiere a la frecuencia o al intervalo de tiempo entre riego y riego (días u horas); **él con cuánto regar**, se refiere a la cantidad de agua que se aplica en cada riego ( $m^3/ha$ ); **la duración de la aplicación del riego**, se refiere al tiempo en que se aplica el riego (horas o minutos) y finalmente **el cómo regar**, se refiere a la forma o el método como se aplica el agua de riego, que puede ser por gravedad (surco o melgas), aspersión, goteo entre otros. La solución de todas estas interrogantes debe conducirnos a la maximización de los beneficios; es decir al mayor nivel de eficiencia del uso de agua en el riego de un cultivo.

### 2.1.2. Practicas de riego

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 13) Se entiende por buena práctica de riego un manejo tal del recurso que permite la perduración del agua en el tiempo, en suficiente cantidad y calidad. A la hora de regar necesitaremos seguir un proceso lógico de toma de decisiones, asegurando que se aplica una cantidad de agua lo más ajustada posible para cubrir las necesidades del cultivo. Este proceso consta de tres fases fundamentales:

- Conocer el ciclo de desarrollo del cultivo en cuestión y la sensibilidad al estrés hídrico en cada una de sus etapas.

- Calcular las necesidades hídricas del cultivo mediante la metodología más exacta disponible.
- Establecer las pautas de aplicación de los aportes de agua de riego

Pero, además, es necesario manejar otros conceptos, como el uso legal del agua, acorde con la concesión otorgada al regante o el mantenimiento adecuado de las instalaciones. En conjunto componen un decálogo de buenas prácticas de riego.

#### **2.1.2.1. Sistemas de riego**

Según Serruto Colque (1987, 1) el riego es una ciencia y un arte, que consiste en la aplicación artificial del agua al suelo, con la finalidad de proveer la humedad necesaria para el crecimiento y desarrollo normal de las especies vegetales.

*Sistema:* conjunto de elementos relacionados que interactúan entre sí para lograr un fin determinado.

*Riego:* aplicación de agua al suelo, para complementar las lluvias y proporcionar humedad para el crecimiento de las plantas.

El sistema de riego es un conjunto de componentes hidráulicos que proporcionan el agua complementaria requerida por la plantas, para lograr la máxima productividad y rentabilidad agrícola.

#### **e) Características del agua de riego**

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 13) el agricultor o técnico deberá realizar, al menos una vez al año, un análisis de la calidad del agua de riego. Ese análisis se tomará de todas las extracciones

existentes en la finca (pozo, balsa, etc.). El análisis será realizado por un laboratorio autorizado, incluyendo datos de pH, contenido en sales, cloruros y nitratos, además de información sobre la calidad bacteriológica del agua y demostrar que no existen residuos contaminantes, como por ejemplo metales pesados.

### **Calidad del Agua de Riego**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 181) el desarrollo de la agricultura depende del grado de disponibilidad de agua de buena calidad. Hay aguas que naturalmente no son apropiadas para regar los cultivos, pero también las aguas de buena calidad pueden deteriorarse por acción del hombre. El desarrollo de los pueblos, su crecimiento demográfico, los crecientes niveles de pobreza de vastos sectores de la humanidad, entre otros, son factores que influyen en el deterioro de la calidad de las aguas.

La calidad de las aguas está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que puedan estar presentes ya sea en solución o en suspensión. La calidad del agua de riego determina el tipo de cultivo a sembrar; y, en cierta manera, el tipo de manejo que debe dársele al suelo y al riego mismo.

Las características principales que determinan la calidad del agua de riego son:

- Concentración total de sales solubles
- La concentración relativa de sodio

- La concentración de elementos tóxicos
- La concentración total de sólidos en suspensión
- La presencia de semillas de malezas, larvas o huevos de insectos
- La dureza del agua, determinada por la concentración de bicarbonato entre otros.
- El contenido de sales en las aguas de riego ejercen diversos efectos sobre los suelos, tales como:
  - Efecto físico directo, al aumentar la presión osmótica y disminuir el potencial hídrico afectando su disponibilidad para la planta
  - Efecto físico indirecto, al dispersar los coloides y hacer que este sea menos permeable

Según Fuentes Yagüe (2003, 73) la calidad de agua de riego depende no solo de su contenido en sales, sino también del tipo de sales. Los problemas más comunes derivados de la calidad del agua se relacionan con los siguientes efectos:

*Salinidad:* A medida que aumenta el contenido de sales en la solución del suelo, tanto más se incrementa la tención osmótica, por tanto, la planta tiene que hacer mayor esfuerzo de succión para absorber el agua por las raíces. Todo ello se traduce, en última instancia, en una disminución de la calidad de agua disponible para la planta.

*Infiltración del agua en el suelo:* Un contenido relativamente alto de sodio y bajo de calcio significa que las partículas del suelo tienden a disgregarse, lo que ocasiona una reducción de la velocidad de infiltración

del agua. Esta reducción de la infiltración puede ser de tal magnitud, que implique poca disponibilidad de agua en el perfil del suelo.

*Toxicidad:* Algunos iones, tales como los de sodio, cloro y boro; se pueden acumular en los cultivos, en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de la cosecha.

*Otros efectos:* En algunas ocasiones hay que considerar los nutrientes contenidos en el agua, a efectos de restringir la fertilización o porque se produzcan excesos contraproducentes. En otras ocasiones se pueden producir una corrosión excesiva en el equipo de riego, lo que aumenta el coste de mantenimiento.

Según Castañón (2000, 164) la calidad del agua tiene una importancia primordial en las condiciones de riego, obligando a instalaciones y sistemas más eficientes y más caros, para poder regar eficientemente y con continuidad, a medida que esta disminuye. Depende de las sustancias disueltas o en suspensión, ya que nunca se dispone de agua completamente pura.

Las principales características para determinar la calidad del agua de riego son:

- Cantidad o concentración total de sales solubles existentes.
- Cantidad o concentración de sodio.
- Concentración de boro y otras sustancias tóxicas.

#### **f) Características físicas del suelo**

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 13) el agricultor o técnico deberá conocer las características físicas del suelo (capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua útil y agua fácilmente utilizable), además de la velocidad de infiltración del agua en el terreno. Estos datos se podrán obtener mediante análisis en laboratorios, ejecución de calicatas y por la experiencia del técnico o el agricultor.

Según Fuentes Yagüe (2003, 13) el suelo es un sistema complejo compuesto por partículas sólidas (minerales y orgánicas), agua con sustancias en disolución (solución del suelo) y aire. El aire y la solución del suelo ocupan los espacios o poros comprendidos en la matriz sólida.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 7) el suelo es un sistema heterogéneo conformado por elementos sólidos (minerales y orgánicos), líquidos y gaseosos. Se caracteriza por propiedades específicas adquiridas durante su evolución y por el manejo recibido. Todo ello le confiere la capacidad de poder satisfacer, en mayor o en menor medida, las necesidades vitales de las plantas durante su crecimiento y desarrollo.

#### **Propiedades físicas del suelo relacionadas con el riego**

De las principales características del suelo que afectan a la retención del agua son: textura, estructura y porosidad.

***Textura.***

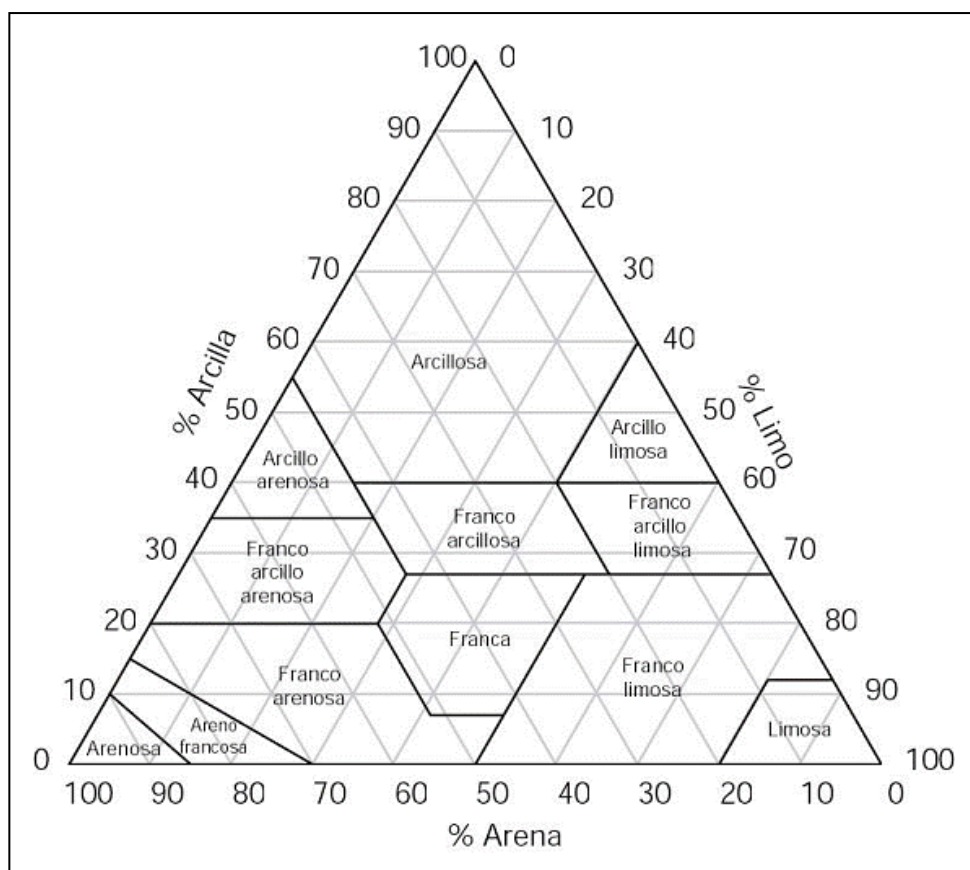
Según Fuentes Yagüe (2003, 13) la porción mineral del suelo está formada por partículas que, según su tamaño, se clasifican en: arena (de 2 a 0.05 mm), limo (de 0.05 a 0.002 mm) y arcilla (inferiores a 0.002 mm).

La textura de un suelo hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene. Atendiendo a su textura, los suelos se clasifican en arenosos, limosos o arcillosos, según que predomine cada uno de los distintos componentes. Se dice que un suelo es de textura franca cuando contiene una mezcla de arena, limo y arcilla en proporción equilibrada. El análisis granulométrico, que da los porcentajes en peso de arena, limo y arcilla, determina las distintas clases de textura, que vienen definidas en el esquema triangular.



GRAFICO Nº 2.1

GRAFICO TRIANGULAR PARA DETERMINAR LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU TEXTURA.



Fuente: Técnicas de riego, Fuentes Yagüe (2003)

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 7) la textura del suelo está determinada por la conformación granulométrica o composición mecánica del suelo, e indica la proporción que existe entre las diferentes fracciones de tamaño de partículas solidas o fracciones granulométricas: arena, limo y arcilla, que corresponden a los siguientes rangos de tamaño de partículas de acuerdo a la escala internacional (Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo).

## CUADRO N° 2.2

**RANGO DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS SEGÚN LA FRACCIÓN  
GRANULOMÉTRICA**

Fracción granulométrica	Rango de tamaño de partículas (mm)
Arena gruesa	2 – 0.2
Arena fina	0.2 – 0.02
Limo	0.02 – 0.002
Arcilla	< 0.002

Fuente: Principios básicos del riego, Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009)

### ***Estructura***

Fuentes Yagüe (2003, 14) se llama estructura de un suelo a la disposición de sus partículas para formar otras unidades de mayor tamaño, llamadas *agregados*. Los poros se presentan entre los agregados y dentro de ellos, siendo de mayor tamaño los primeros, por lo que la cantidad de poros de mayor tamaño (y, por tanto, la permeabilidad del suelo al aire y al agua) viene condicionada, en gran medida, por la estructura.

Así como la textura se mantiene constante, la estructura puede variar con mucha facilidad, ya que las fuerzas que unen las partículas elementales dentro de los agregados son muy débiles.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 9) la estructura del suelo constituye el modo particular de agrupación o acomodo de las diferentes partículas sólidas del suelo, formando agregados. Esto

influye tanto en las relaciones suelo-agua-planta, como en el régimen de aireación del suelo y en el almacenamiento de sustancias nutritivas.

La forma de los agregados determina los tipos de estructura del suelo. Estos pueden ser: laminar, prismático, columnar, poliédrico, granuloso y glomerular.

La mejor estructura de un suelo es la glomerular, por la óptima hidroestabilidad que existe entre los espacios capilares que se presentan en los agregados.

### ***Porosidad.***

Fuentes Yagüe (2003, 15) la porosidad de un suelo es la fracción de volumen del mismo no ocupado por materia sólida. Viene condicionada por su textura y estructura

La *densidad aparente* ( $d_a$ ) se refiere a la densidad de un suelo tal como es, incluyendo el volumen ocupado por los poros. Es igual al peso de una muestra de suelo seco dividido por el volumen. En suelos minerales la densidad aparente varía dentro de los límites siguientes:

## CUADRO Nº 2.3

## DENSIDAD APARENTE SEGÚN LA TEXTURA

Textura	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )
Arenoso	1.50 - 1.80
Franco-arenoso	1.40 – 1.60
Franco	1.30 – 1.50
Franco-arcilloso	1.30 – 1.40
Arcilloso	1.20 – 1.30

Fuente: Técnicas de riego, Fuentes Yagüe (2003)

La *densidad real* ( $d_r$ ) se refiere a la densidad de las partículas sólidas, y es igual al peso de suelo seco dividido por el volumen ocupado por las partículas sólidas. En todos los suelos minerales la densidad real tiene un valor aproximado de 2.6 gr/cm<sup>3</sup>.

La porosidad o volumen ocupado por los poros se expresa como porcentaje del volumen total de suelo mediante la fórmula:

$$Porosidad = \frac{d_r - d_a}{d_r} * 100$$

La porosidad de los suelos varía normalmente del 40 al 50%

### El agua en el suelo

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 19) Mediante el riego, se busca restituir al suelo la cantidad de agua perdida por la evaporación y transpiración para brindarle al cultivo, condiciones apropiadas de humedad para su adecuado desarrollo.

### ***Estado del agua del suelo***

#### *Saturación.*

Fuentes Yagüe (2003, 24) dice que un suelo está saturado cuando todos sus poros están ocupados por agua. Esta situación se presenta después de una lluvia copiosa o de un riego abundante, o cuando existe un estrato impermeable a poca profundidad. Cuando a un suelo saturado se le deja drenar, el agua sobrante pasa al subsuelo por la acción de la gravedad. El agua eliminado de esta forma, que no es retenida por el suelo, se llama *agua libre o gravitacional*.

Cuando el estado del suelo saturado se prolonga, las raíces de las plantas no acuáticas se mueren por falta de respiración.

#### *Capacidad de campo (CC)*

Según Fuentes Yagüe (2003, 24) es cuando el suelo ya no pierde más agua por gravedad, se dice que está a la *capacidad de campo*. En esta situación, el agua ocupa los poros pequeños y el aire ocupa una gran parte del espacio de los poros más grandes.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 29) la capacidad de campo se define como la máxima capacidad de retención de agua de un suelo sin problemas de drenaje, y que se alcanza según la textura del suelo entre las 12 y 72 horas después de un riego pesado o una lluvia que permitió saturar momentáneamente al suelo; es decir, cuando la percolación o drenaje del agua gravitacional haya, prácticamente cesado.

### *Punto de marchitez permanente (PMP)*

Según Fuentes Yagüe (2003, 25) a partir de la capacidad de campo, el agua del suelo se va perdiendo progresivamente por evaporación y absorbida por las plantas. Llega un momento en el que las plantas ya no pueden absorber todo el agua que necesitan y se marchitan irreversiblemente. Se dice entonces que el suelo ha alcanzado el punto de marchitamiento. Este estado marca el límite inferior de aprovechamiento del agua del suelo por las plantas.

Se considera que el punto de marchitamiento se alcanza cuando la tensión matricial tiene un valor de 15 atmosferas, aunque puede variar de 10 a 20 atmosferas, correspondiendo la cifra más baja a los suelos muy arenosos, y más alta a los suelos muy arcillosos. En suelos de textura media, el punto de marchitamiento se considera igual a 0.56 veces la humedad equivalente.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 29) es el contenido de humedad del suelo en el cual la vegetación manifiesta síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo o fructificación, debido a un flujo muy lento de agua del suelo hacia la planta; y que, en promedio, corresponde a un estado energético de 15 bares.

### *Humedad aprovechable total (HAT)*

Según Fuentes Yagüe (2003,30) el *agua disponible* (AD) para las plantas es el agua comprendida entre la capacidad de campo (Cc) y el punto de marchitamiento (Pm)

$$AD = Cc - Pm$$

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 29) es la diferencia que existe entre los contenidos de humedad del suelo a capacidad de campo y el punto de marchites permanente. Este concepto es conocido también en la literatura como humedad útil, humedad disponible, humedad total utilizable, reserva útil, etc. La expresión matemática de la humedad aprovechable total del suelo está dada por la relación:

$$HAT(\%) = \theta_{cc}(\%) - \theta_{pmp}(\%)$$

Donde:

HAT (%) = Humedad aprovechable total o agua disponible total en la capa enraizada del suelo (Vol %)

$\theta_{cc}$  (%) = Contenido de humedad a capacidad de campo, (Vol %)

$\theta_{pmp}$  (%) = Contenido de humedad a punto de marchites permanente, (Vol %)

La ecuación anterior puede expresarse en términos de lámina de agua aprovechable total del suelo, mediante la siguiente relación:

$$La = \frac{[(\theta_{cc}(\%) - \theta_{pmp}(\%)) \times Prof]}{100}$$

Donde:

La = Lamina de agua aprovechable total en la capa enraizada del suelo, (cm)

$\theta_{cc}$  (%) = Contenido de humedad a capacidad de campo, (Vol %)

$\theta_{pmp}$  (%) = Contenido de humedad a punto de marchites permanente,  
(Vol%)

Prof = Profundidad o espesor de la capa enraizada de suelo (cm.)

#### *Profundidad de raíces*

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 32) dice que todo cultivo tiene un determinado patrón de distribución de raíces. Este varía según la edad, las condiciones de humedad a las que ha sido sometido durante su periodo vegetativo, la naturaleza física del suelo y las características intrínsecas del perfil del suelo.

Las características físicas y en especial la textura y el nivel de humedad del suelo tienen una gran influencia en la profundidad de enraizamiento. En forma general, se puede decir que los suelos de textura gruesa permiten una mayor profundidad de las raíces, frente a los suelos de textura fina, que están en íntima relación con las capacidades diferentes de retención de agua de dichos suelos y a los niveles de humedad a que ha sido sometido el cultivo durante su periodo vegetativo.

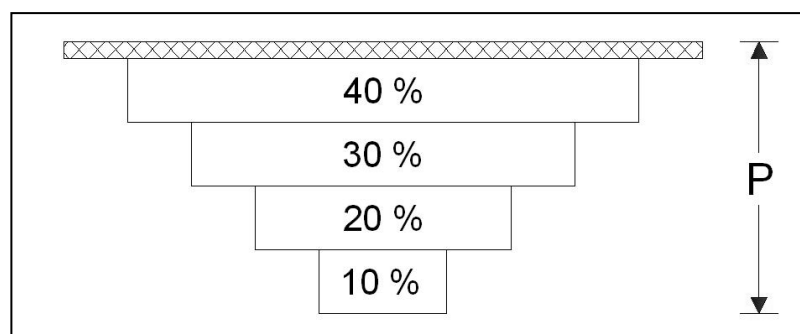
En forma general se puede afirmar que, si la profundidad de enraizamiento (P) de un cultivo cualquiera se divide en cuatro partes iguales, el patrón de agua extraída por el cultivo según la profundidad, empezando de arriba hacia abajo, será de: 40%, 30%, 20% y 10%,



respectivamente. En la siguiente figura, se presenta el patrón típico de la distribución de agua extraída por las raíces de un cultivo.

### GRAFICO Nº 2.2

#### PATRÓN TÍPICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUA EXTRAÍDA POR LAS RAÍCES DE UN CULTIVO.



Fuente: Principios básicos del riego, Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009)

#### ***Fracción de agua del suelo fácilmente disponible***

Según Fuentes Yagüe (2003, 28) el agua fácilmente disponible es aquella fracción del agua disponible que los cultivos pueden utilizar sin que disminuya su rendimiento máximo.

El agua fácilmente disponible depende de los factores siguientes:

*El cultivo.* Algunos cultivos necesitan que el suelo este constantemente bastante húmedo, mientras que otros pueden agotar mucho mas el agua total disponible sin que disminuyan sus rendimientos. Entre los primeros están aquellos cultivos que se aprovechan en forma fresca o carnosa, como hortalizas, forrajes, etc.; entre los segundos están

aquellos otros cuya cosecha se aprovecha de forma seca, como los cereales para grano, semillas oleaginosas, algodón, etc.

*El tipo de suelo.* Las plantas absorben el agua con más facilidad en los suelos de textura gruesa que en los suelos de textura fina. Los suelos salinos retienen, a veces, el agua con tanta fuerza que las plantas no la pueden tomar y se marchitan aunque el suelo este próximo a la capacidad de campo.

*La magnitud de la transpiración.* En igualdad de otras circunstancias, las plantas absorben el agua con menos facilidad a medida que aumente la transpiración.

En términos generales, y a falta de otros datos, se puede considerar que el agua fácilmente disponible representa los 2/3 del agua disponible en caso de cultivos poco sensibles y con una transpiración baja. En caso de cultivos sensibles y en condiciones de transpiración alta, el agua fácilmente disponible representa de 1/2 a 1/3 del agua disponible.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 29) dice que cada cultivo tiene la capacidad fisiológica de utilizar solamente una fracción. A esta fracción se le conoce como “Humedad Fácilmente Aprovechable” (HFA) y se expresa como:

$$HFA (\%) = f \times [\theta_{cc}(\%) - \theta_{pmp} (\%)]$$

Donde:

f = Fracción del agua del suelo fácilmente aprovechable o disponible.

$\theta_{cc}$  (%) = Contenido de humedad a capacidad de campo (Vol %)

$\theta_{PMP}$  (%) = Contenido de humedad a punto de marchites permanente  
(Vol %)

La ecuación anterior puede expresarse en términos de lámina de agua de la humedad fácilmente aprovechable ( $L_f$ ), es decir

$$L_f = \frac{HFA (\%) \times Prof}{100} = \frac{f \times [\theta_{cc}(\%) - \theta_{pmp}(\%)] \times Prof}{100}$$

*Volumen de agua disponible total de la capa de raíces*

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 34) conociendo la lámina de agua aprovechable o disponible total, se calcula el volumen de agua disponible o aprovechable total en la capa de raíces, mediante la relación:

$$L_a = \frac{[\theta_{mcc}(\%) - \theta_{mpmp}(\%)] \times D_{ap} \times Prof}{100 \times \rho\omega}$$

Luego, el volumen de agua disponible esta dado por la relación:

$$V_{ad} = 10 \times L_a$$

Donde:

$L_a$  = Lamina de agua disponible total, (mm)

$V_{ad}$  = Volumen de agua disponible total en la zona de raíces, (m<sup>3</sup>/ha)

### Movimiento del agua en suelo

Según Castañón (2000, 18) Darcy fue el primero que estudio el movimiento del agua en el suelo, efectuándolo en situación de saturación. En estas condiciones la velocidad de filtración viene determinada por la formula:

$$U = k\nabla\phi h$$

Recordando que  $\phi h = h + z$

El factor  $k$  de proporcionalidad es la conductividad hidráulica en saturación, que se consideraba constante en aquella época. Estudios posteriores han comprobado que dicha ecuación se puede aplicar al suelo subsaturado, situación que se presenta habitualmente, si el valor de  $k$  se expresa en función del contenido de agua en el suelo  $\theta$ . La conductividad hidráulica decrece a medida que lo hace  $\theta$ , ya que, conforme disminuye el agua en los poros, el espesor es menor y estas la retienen con mayor tensión, dificultando su movimiento.

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 68) desde el punto de vista de riego de los cultivos y del drenaje, la porción del suelo y de interés a ser analizada, es la zona radicular. En tal sentido, el proceso de entrada de agua al suelo – a la zona de raíces – ya sea proveniente de la lluvia, el riego o acceso capilar, así como el proceso de salida ya sea mediante la transpiración, evaporación o percolación, constituyen los casos de importancia del movimiento del agua en el suelo.

En condiciones normales, para la mayoría de los cultivos, el perfil del suelo de la zona de raíces corresponde al estrato no saturado y en él se presenta los siguientes procesos o fenómenos relacionados con el movimiento del agua en los suelos no saturados:

- Infiltración
- Percolación del agua por debajo de la zona de raíces
- Redistribución del agua en el suelo, durante y después del proceso de infiltración
- Movimiento del agua en el suelo hacia las raíces
- Ascensión capilar del agua desde el nivel freático
- Evaporación del agua desde la superficie del suelo

Todos estos casos de movimiento del agua en el suelo no ocurren simultáneamente. Así, la percolación se produce cuando a la zona de raíces se le agrega una mayor cantidad de agua que la capacidad de retención del suelo y se prolonga hasta que se establezcan unas condiciones de “equilibrio” en el suelo. La redistribución del agua infiltrada, en forma similar al caso anterior continuara hasta que se logren unas condiciones de “equilibrio” en el perfil del suelo.

### ***Movimiento del agua en suelos no saturados***

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 69) las leyes que gobiernan el movimiento del agua en suelos no saturados fueron desarrolladas a inicios del siglo pasado y en los últimos años, con el avance de la ciencia, se ha incrementado el desarrollo en este campo.

La Ley de Darcy, con pequeñas modificaciones, puede ser utilizada para analizar el movimiento del agua en suelos no saturados. Esta Ley, para el movimiento del agua en estas condiciones, se expresa mediante la relación:

$$V = -i \times Kc$$

Donde:

V = Velocidad media del flujo de agua en cm/seg. mm/h, m/día o cm/día

Kc = Conductividad capilar o conductividad hidráulica no saturada, que depende del contenido de humedad del suelo: en cm/seg. mm/h, m/día

i = Gradiente hidráulico o fuerza motriz del agua en suelos no saturados.

### ***Movimiento del agua en suelos saturados***

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 69) en el año 1856, se establecieron las leyes del movimiento del agua en los suelos saturados. El investigador Darcy encontró que la velocidad del movimiento del agua que fluye, a través de una muestra de suelo de longitud L, puede ser expresada mediante la siguiente relación; conocida también como Ley de Darcy:

$$V = \frac{H \times K}{L}$$

Donde:

V = Velocidad de flujo o de escurrimiento, expresado en cm/seg, cm/h o mm/h

H = Diferencia de presión hidráulica entre dos puntos considerados, expresada en cm

L = Distancia entre los puntos considerados expresada en cm

K = Conductividad hidráulica o coeficiente de proporcionalidad de Darcy, cuyas unidades pueden ser cm/s, mm/s o m/h

### ***Movimiento del agua en el sistema planta atmosfera***

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 73) El fenómeno de absorción de agua por las plantas consiste en el desplazamiento de agua desde el suelo hasta las raíces. Este desplazamiento ocurrirá si existe una diferencia de potencial de agua entre las raíces y el suelo; es decir, si el potencial del agua en el suelo es mayor que el potencial en la raíz. Cuando el agua disponible en el suelo disminuye mucho y consecuentemente el potencial o tención se incrementa grandemente - se hace más negativo -, pudiendo en algunos casos ser menor que el potencial de la raíz. En estas condiciones, ya no podrá realizarse la absorción de agua.

### **Movimiento del agua en el riego**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 77) Es importante conocer el movimiento del agua durante el riego ya que así se podrá lograr altas eficiencias. En el riego por gravedad, al iniciarse el riego se presenta un fenómeno combinado: desplazamiento del agua sobre el

suelo (avance) y penetración al interior del mismo (infiltración). Al cortarse el ingreso del agua al surco o melga, continúa un escurrimiento superficial durante un tiempo corto, llamado merma o recesión. En el riego por surcos, se tienen surcos abiertos y surcos cerrados. Cuando se trata de surcos abiertos, se presenta un fenómeno adicional que consiste en el escurrimiento de agua fuera del surco; mientras que en surcos cerrados, el escurrimiento se acumula en la parte final del surco.

En un surco o melga cerrada, el proceso de avance del frente de agua a lo largo de un surco o melga y su relación con la infiltración puede ser analizado partiendo de la siguiente ecuación de balance de agua:

$$6Q * ta = B * (hI + hS) * X$$

Donde:

Q = Caudal que ingresa al surco o melga, (l/seg)

ta = Tiempo de aplicación de Q (min)

B = Ancho del espejo de agua superficial en el surco o melga (m)

hL = Lamina de agua infiltrada promedio a lo largo del surco o melga (cm)

hS = Lamina de agua promedio sobre la superficie del suelo (cm)

X = longitud del surco o melga cubierto por agua (m)

La relación anterior representa una ecuación de balance, que se expresa matemáticamente:



*Agua que ingresa = Agua infiltrada + Agua sobre la superficie del surco o melga*

En el proceso del riego por gravedad puede distinguirse tres etapas: avance, infiltración y recesión o merma.

En el caso de un surco abierto, la ecuación de balance es la siguiente:

*Agua que Ingresa = Agua infiltrada + Agua sobre la superficie + Agua que sale del surco*

### ***Avance del agua en el riego por gravedad***

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 78) Es importante conocer como se produce el avance del agua sobre el surco o melga en el riego por gravedad para poder efectuar un diseño apropiado del sistema de riego. Los factores más importantes que determinan la velocidad de avance son:

- Pendiente longitudinal del fondo del surco o melga
- Cantidad de flujo (cantidad de agua) por surco o metro de ancho de melga
- Forma del surco o melga
- Rugosidad de la superficie del terreno
- Nivel de humedad del suelo
- Características físico-químicas del suelo
- Otros parámetros de menor significación

Varios autores están de acuerdo que el avance del frente de agua sobre el surco o melga puede ser expresado como una función exponencial de la variable tiempo, de la forma:

$$X = pT_x^m$$

Donde:

$X$  = Es la longitud de avance (m) al tiempo  $T_x$ ;  $0 \leq X \leq L$

$p$  = Es un coeficiente empírico de la función de avance

$T_x$  = Es el tiempo de avance (min)

$m$  = Es un coeficiente empírico de la función de avance;  $0 < m < 1$

$L$  = Longitud del surco o melga (m)

### ***Infiltración***

Según Castañón (2000, 19) infiltración es el flujo del agua desde la superficie del suelo hacia la zona de raíces en primer lugar y posteriormente hacia capas más profundas, mientras dura el aporte de agua. El agua penetra en el suelo por los poros, grietas u orificios entre partículas y agregados del mismo. Se produce un frente de humedecimiento del terreno que inicialmente avanza con gran velocidad, velocidad que suele ir disminuyendo con el paso del tiempo.

La velocidad de infiltración depende principalmente de la porosidad y permeabilidad del suelo. Esta permeabilidad depende de su textura y estructura, de la materia orgánica existente y de las prácticas culturales efectuadas, sobre todo laboreo.

Según Fuentes Yagüe (2003, 38) la infiltración es el proceso de entrada del agua en el suelo desde la superficie del mismo. Cuando se aplica el

agua en toda la superficie del suelo, el flujo se produce en sentido vertical; pero cuando se aplica solo a una parte de la superficie, el flujo se produce en sentidos vertical y horizontal.

La *velocidad de infiltración* es la cantidad de agua infiltrada por unidad de superficie y de tiempo. Se mide en mm de altura de agua por hora (1 mm de altura de agua equivale a 1 litro por m<sup>2</sup> de superficie.)

Cuando el suelo está bastante seco la velocidad de infiltración es alta, pero disminuye rápidamente a medida que las arcillas se expanden y taponan parcialmente los poros, hasta llegar a una situación en que se estabiliza a lo largo del tiempo. Este valor constante se llama *velocidad de infiltración estabilizada*, que depende, fundamentalmente, de la textura del suelo, de un modo general, los valores de la velocidad de infiltración estabilizada o tasa de infiltración son los siguientes:

Arcilloso.....	< 5 mm/hora
Franco-arcilloso.....	5-10 mm/hora
Franco.....	10-20 mm/hora
Franco-arenoso.....	20-30 mm/hora
Arenoso.....	> 30 mm/hora

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 84) las características de infiltración de un suelo constituyen un elemento básico para poder efectuar un adecuado diseño del sistema de riego, y determinar, así, en el tiempo de riego apropiado.

La infiltración puede ser definida como la entrada vertical (gravitacional) del agua en el perfil del suelo. Los factores más importantes que afectan la velocidad de infiltración son:

- Características físicas del suelo
- Carga hidrostática usada en la prueba
- Contenido de materia orgánica y carbonatos
- Características e humedad del suelo
- Método de riego y manejo del agua
- Acción microbiana en el suelo
- Temperatura del suelo y del agua
- Prácticas culturales realizadas
- Otros de menor significación

#### *Velocidad de infiltración instantánea (I)*

También es llamada, simplemente, como velocidad de infiltración. Puede ser definida como la velocidad de entrada vertical del agua en el perfil de suelo, cuando la superficie del terreno se cubre con una lamina delgada de agua. La función, que describe la velocidad de infiltración en un punto cualquiera, corresponde a un modelo exponencial de la forma:

$$I = aT_o^b$$

Donde:

I = Velocidad de infiltración ( $L \cdot T^{-1}$ ), expresado en mm/horas, cm/hora

$T_0$  = Tiempo de oportunidad (tiempo de contacto del agua con el suelo)  
expresado en minutos u horas.

$a$  = coeficiente que representa la velocidad de infiltración para

$$T_0 = 1 \text{ min}$$

$b$  = exponente que varía entre 0 y -1

*Infiltración acumulada o lámina infiltrada acumulada ( $I_{cum}$ )*

$$I_{cum} = A * T_0^B$$

Donde:

$$A = \frac{a}{b + 1} \quad y \quad B = b + 1$$

*Velocidad de Infiltración básica ( $I_b$ )*

Llamada también infiltración básica, es el valor instantáneo cuando la velocidad de infiltración es menor o igual que el 10 % de su valor. El tiempo en que se logra la velocidad de infiltración básica, se encuentra igualando la primera derivada de la ecuación de la velocidad de infiltración instantánea con el 0.1 de la misma ecuación, es decir

$$\frac{dI}{dt} = -0.1 * I$$

Entonces: 
$$a * b * T_0^{b-1} = -0.1 * a * T_0^b$$

Si  $T_0 = T_b$  ; luego, resolviendo o despejando  $T_b$  en la ecuación anterior se obtiene:

$$T_b = -10 * b \dots \dots \dots \text{en horas}$$

$$T_b = -600 * b \dots \dots \dots \text{en minutos}$$

Reemplazando  $T_b$  en la ecuación velocidad de infiltración instantánea por sus valores obtenidos en las dos ecuaciones anteriores donde  $I = I_b$ , se obtiene la tasa de la velocidad de infiltración básica:

$$I_b = a(-10 * b)^b, \text{ para } T_b \text{ en horas}$$

$$I_b = a(-600 * b)^b, \text{ para } T_b \text{ en minutos}$$

*Velocidad de Infiltración promedio ( $I_p$ )*

Llamada también infiltración promedio, es la relación entre la infiltración acumulada o lámina infiltrada acumulada ( $I_{cum}$ ), y el tiempo acumulado ( $T_0$ )

$$I_p = \frac{I_{cum}}{T_0}$$

Reemplazando la función ( $I_{cum}$ ) en la expresión anterior, se tiene:

$$I_p = \frac{\frac{a}{b+1} T_0^{b+1}}{T_0}$$

Simplificando la ecuación anterior, resulta:

$$I_p = \frac{a}{b+1} T_0^b$$

### g) Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 115) un aspecto fundamental de la ingeniería de riego es la referente a la cuantificación del consumo de agua o necesidades de agua de los cultivos, elementos básicos que se utiliza para dimensionar las obras de infraestructura de riego, así como para planificar y programar el riego de los cultivos a nivel parcelario.

La determinación del consumo de agua de los cultivos o llamada también evapotranspiración real se efectúa mediante la utilización de diferentes métodos. La mayoría de ellos utiliza variables climáticas como: evaporación de tanque clase "A", temperatura, humedad relativa, radiación solar, entre otros.

Según Fuentes Yagüe (2003, 46) la determinación de las necesidades de agua de un cultivo puede hacerse por diversos métodos. Un método directo es de lisímetros, recipiente de gran tamaño lleno de tierra en donde se siembra la planta objeto de estudio y se cultiva de la forma más parecida posible a como se efectúa el cultivo en el campo. Se coloca a la intemperie, sobre una superficie en la que pueda recogerse el agua que escurra, periódicamente se pesa el recipiente, lo que permite conocer el agua perdida por evapotranspiración durante el tiempo que se considere.

Otros métodos empíricos evalúan la evapotranspiración a partir de datos climáticos y de otra clase, entre ellos destacan los cuatro métodos estudiados por Doorembos y Pruitt en la publicación de FAO *las necesidades de agua de los cultivos*: método de Blaney-Criddle, de la radiación, de Penman y de la cubeta evaporimétrica.

## **Conceptos básicos**

### ***Evaporación***

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 115) es el proceso físico, mediante el cual, el agua cambia del estado líquido a vapor. La evaporación constituye una de las fases del ciclo hidrológico, y está influenciada por diversos factores entre los cuales se tienen: viento, temperatura, humedad relativa, radiación, composición y color del suelo, entre otros.

### ***Transpiración***

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009,115) es el fenómeno por el cual el agua en estado de vapor se mueve desde el mesófilo de la planta hacia la atmosfera. Es decir, el flujo de agua de la planta a la atmosfera ocurre a través de los estomas y de las otras células epidérmicas, a través de la cuticular de la planta. Puede considerarse como una pérdida de agua de los tejidos de las plantas, pero no es estrictamente así, puesto que desempeña una función refrigerante de las plantas.

### ***Evapotranspiración***

Según Fuentes Yagüe (2003, 45) recibe el nombre de evapotranspiración (o uso consuntivo de agua) a la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo en donde se asienta el cultivo.



Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 116) es el proceso de flujo de agua hacia la atmosfera proveniente de la evaporación del agua del suelo y de la transpiración de las plantas. Es un proceso complejo, que depende no solo de los elementos físicos (climáticos) que afectan la evaporación, sino también de las características morfológicas y fisiológicas de la cobertura vegetal, del suelo y su nivel de humedad. La evapotranspiración es un proceso combinado de evaporación y transpiración.

### ***Evapotranspiración potencial (ETP)***

Según Fuentes Yagüe (2003, 45) la evapotranspiración potencial o máxima es la cantidad de agua consumida, durante un determinado periodo de tiempo, en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 116) es la evapotranspiración que se produce en un cultivo de tamaño corto (generalmente pastos) que cubre toda la superficie del suelo, en estado activo de crecimiento y con un suministro adecuado y continuo de agua.

El comité técnico sobre requerimientos de riego de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) ha utilizado a la alfalfa como pasto estándar para el cálculo de la evapotranspiración potencial, algunos investigadores de la ciencia del riego han empleado otro tipo de pasto.

***Evapotranspiración máxima ( $ET_m$ )***

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 116) Es el máximo consumo de agua que ocurre en un momento determinado del ciclo vegetativo de un cultivo, bajo condiciones de optima humedad del suelo, sanidad, entre otros.

***Evapotranspiración real o actual ( $ETA$ )***

Según Fuentes Yagüe (2003, 45) es la cantidad de agua realmente consumida por un determinado cultivo durante el periodo de tiempo considerado.

El rendimiento del cultivo es máximo cuando la transpiración es máxima, y esto ocurre cuando el cultivo se desarrolla en las mejores condiciones posibles. Ocurre entonces que la evapotranspiración real coincide con la evapotranspiración máxima.

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 116) la evapotranspiración real o actual es la que se produce cualquiera que sean las condiciones de las plantas y el suelo. Se le define también como la tasa real de consumo de agua de un cultivo.

La evapotranspiración actual o real puede calcularse mediante la relación:

$$ETA = K_c * K_s * K_h * ETP$$

Donde:

$K_c$  = Factor de cultivo

$K_h$  = Factor de humedad

$K_s$  = Factor de suelo

ETP = Evapotranspiración potencial

### **Factor de cultivo ( $K_c$ )**

Es el factor que indica el grado de desarrollo de las plantas o cobertura del suelo por el cultivo.

### **Evapotranspiración potencial (ETP)**

Para Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 117) el principio en el que se basa el método indirecto para obtener la evapotranspiración real de los cultivos a partir de la evapotranspiración potencial consiste en considerar que si dentro de un mismo ambiente se mide simultáneamente la evapotranspiración, tanto del pasto de referencia como del cultivo, durante un determinado periodo de tiempo, entonces existirá una relación entre ambos valores de la evapotranspiración, cuya cuantificación estará dada por un factor de proporcionalidad al que se le denomina coeficiente de cultivo o factor de cultivo. Como es de suponer, este coeficiente tendrá valores distintos de acuerdo al cultivo de referencia que se utilice. Por ejemplo, si se está empleando la alfalfa como pasto de referencia y el maíz como el cultivo, en la relación de evapotranspiración, entonces se obtiene un determinado valor del coeficiente de cultivo, que será diferente al obtenido cuando se hubiese relacionado al mismo cultivo con otro pasto (ejemplo, ray grass)

Según experiencias obtenidas en trabajos realizados en zonas alto andinas del Perú, se ha podido apreciar que la temperatura, el viento y la humedad relativa no varían mucho de un día para otro, motivo por el cual los valores referenciales para ETP son:

#### CUADRO Nº 2.4

##### EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL POR ZONAS

Zonas	Evapotranspiración Potencial (ETP)
Valles (de 1000 a 2000 m.s.n.m.)	4.0 mm/día
Zona Quechua (de 2000 a 3000 m.s.n.m.)	3.0 mm/día
La Jalca (de 3000 m.s.n.m. o más)	2.5 mm/día

Fuente: PRONAMACHCS 1998, citado por Vásquez, V. Absalón y Vásquez R. Issaak, (2009) Principios básicos del riego

#### ***Métodos para determinar la evapotranspiración potencial (ETP)***

Existen varios métodos para determinar la evapotranspiración potencial.

Los más comunes son los siguientes:

- Por muestreo de humedad del suelo
- Lisímetro
- Tanque de evaporación
- Balance de energía
- Métodos o formulas empíricas

### ***Métodos directos para la determinación de la ETP***

#### *- Método de lisímetro*

Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 119) afirma que el método de lisímetro es la forma directa y exacta de medir la evapotranspiración potencial, a partir de un aparato o estructura llamado lisímetro, durante un periodo determinado.

La determinación de evapotranspiración potencial mediante un lisímetro se hace mediante la siguiente relación:

$$ETP = DA - D_d$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial (mm)

DA = Cantidad de agua aplicada (mm)

$D_d$  = Cantidad de agua drenada (mm)

#### *- Método de tanque de evaporación clase "A"*

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 119) este método consiste en encontrar una relación entre la tasa de evapotranspiración producida en un lisímetro y la tasa de evaporación producida en un tanque de evaporación clase "A", que mide 1.20 m de diámetro, 0.25 m de profundidad, y se instala a 0.15 m por sobre el nivel de terreno.

La evapotranspiración potencial (ETP) se estima de la siguiente manera:

$$ETP = Ft * Eo$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial, (mm/día)

Ft = Coeficiente empírico, válido para las condiciones ambientales del tanque

Eo = Evapotranspiración libre de tanque clase "A", (mm/día)

### ***Métodos indirectos para la determinación de la ETP***

Las formulas empíricas están consideradas como métodos indirectos y consisten en formulas o ecuaciones deducidas por diversos investigadores y que están basadas en la aplicación de variables meteorológicas como factores que afectan la tasa de la evapotranspiración potencial y que han sido desarrolladas para zonas con características propias.

Las formulas o métodos empíricos más conocidos y de mayor aplicación son:

- Método de Hargreaves
- Método de Penman Modificado
- Método de Blaney-Criddle
- Método de Radiación

- Método de Christiansen
- Método de Jensen-Haise

### **Evapotranspiración real o actual (ETA)**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 140) la evapotranspiración real o actual es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo exento de enfermedades, que crece en un campo extenso (1 o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y suministro de agua.

La evapotranspiración actual es llamada también “uso consuntivo”. Su cálculo se efectúa mediante la relación:

$$ETA = K * ETP$$

Donde:

ETA = Evapotranspiración real o actual del cultivo considerado, (mm o cm)

K = Coeficiente que tiene en cuenta el efecto de la relación agua-suelo-planta

ETP = evapotranspiración potencial (mm o cm)

El factor K esta dado por la relación:

$$K = Kc * Ks * Kh$$

Donde:

$K_c$  = Factor de cultivo

$K_s$  = Factor de suelo

$K_h$  = Factor de humedad

Para suelos profundos, de adecuadas condiciones físicas y de buena disponibilidad de elementos nutritivos  $K_s=1.00$  este mismo valor tiene  $K_h$  para condiciones de óptimo abastecimiento de agua; por lo tanto,  $K$  depende fundamentalmente de  $K_c$ .

El factor  $K_c$  depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de los cultivos, y expresa la variación de su capacidad para extraer agua del suelo durante su ciclo vegetativo. El factor  $K_c$  está determinado por el volumen foliar de los cultivos.

Luego:

$$ETA = K_c * ETP$$

### **Factor de cultivo ( $K_c$ )**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 141) llamado también coeficiente de cultivo, es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se quiere evaluar su consumo de agua.

### ***Determinación del coeficiente de cultivo ( $K_c$ )***

Los factores que afectan los valores de  $K_c$  principalmente: las características del cultivo, fecha de siembra, ritmo de desarrollo del



cultivo, duración del periodo vegetativo, condiciones climáticas y la frecuencia de lluvia o riego, especialmente durante la primera fase de crecimiento.

El coeficiente  $K_c$  de cada cultivo tendrá una variación estacional en función de las fases de desarrollo del cultivo, y que son las siguientes:

#### **Fase inicial: Fase 1**

Comprende el periodo de germinación y crecimiento inicial, cuando la superficie del suelo está cubierta apenas o nada por el cultivo. Desde la siembra hasta el 10% de cobertura vegetal.

#### **Fase de desarrollo del cultivo: Fase 2**

Comprende desde el final de la fase inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva completa del orden del 70 – 80%

#### **Fase de mediados del periodo (Maduración): Fase 3**

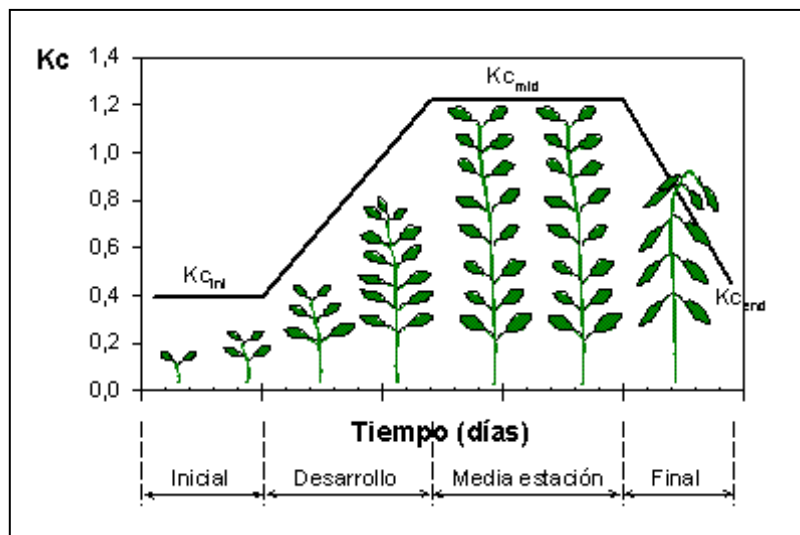
Comprendida desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva completa hasta el momento de iniciarse la maduración que se hace evidente por la decoloración o caída de hojas.

#### **Fase final del periodo vegetativo (Cosecha): Fase 4**

Comprende desde el final de la fase anterior hasta que se llega a la plena maduración o cosecha.

GRAFICO Nº 2.3

## CURVA TÍPICA DEL FACTOR DE CULTIVO



Fuente: Principios básicos del riego, Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009)

### Precipitación efectiva (PE)

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 147) durante el proceso de almacenamiento hídrico del reservorio “suelo”, la precipitación pluvial constituye un alto porcentaje (en algunos casos el total) del contenido de agua en el suelo; pero parte de la lluvia de que dispone la planta para su desarrollo es únicamente una fracción de esta; la otra parte se pierde por escorrentía, percolación profunda o evaporación.

En este sentido, al volumen de lluvia parcial utilizado por las plantas para satisfacer sus correspondientes necesidades hídricas para su normal desarrollo, se le ha definido como precipitación efectiva (PE).

Existen diversos métodos empíricos para estimar la (PE), como el Water Power Resources Service, Bureau of Reclamation y el Servicio de Conservación de Suelos.

- **Método del Water Power Resources Service (WPRS-USA)**

Este método considera la distribución de la precipitación efectiva de la siguiente forma:

**CUADRO N° 2.5**  
**PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)**

Incremento de la Precipitación (mm)	% de la Precipitación Efectiva
5	0
30	95
55	90
80	82
105	65
130	45
155	25
mas de 155	5

Fuente: Principios básicos del riego, Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009)

Dado que la precipitación es una variable aleatoria, conviene analizar la lluvia total, probabilísticamente, con el objeto de determinar el valor probable de la precipitación que cae, por eso, se determina la frecuencia o probabilidad de ocurrencia mediante la fórmula de Weibull.

$$f = \frac{m}{N + 1}$$

Donde:

f = Frecuencia o probabilidad de ocurrencia

m = Valor de posición de la lluvia ordenada en forma creciente

N = Número total de valores de precipitación mensual (mm)

### **Necesidades de agua de los cultivos**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 153) la evapotranspiración actual o real (ETA) es la cantidad de agua que requiere la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Sin embargo, dentro de su ambiente, la planta no se encuentra aislada sino que forma parte de un microsistema, sujeto a “entradas” y “salidas”, y, por lo tanto, susceptible de efectuar un balance hídrico, en el que las entradas están dadas por todos los aportes hídricos al suelo y la “salida” por el proceso de agotamiento de la humedad del suelo, ocasionado por la evapotranspiración actual (ETA)

El balance se sintetiza en:

$$DA = ETA - (PE + CA + N)$$

Donde:

DA = Necesidad de riego o demanda de agua de los cultivos para el periodo considerado (mm)

ETA = Evapotranspiración real o actual (mm)

PE = Precipitación efectiva (mm)

CA = Diferencia de la lamina de la capacidad de almacenamiento del suelo inicial y final del periodo considerado (mm)

N = Aporte eventual del nivel freático (mm)

El proceso de agotamiento de la humedad del suelo está dado por la evapotranspiración actual (ETA) y el proceso de contribución hídrica, por la suma de PE, CA y N

El valor de N se considera igual a cero, tanto para condiciones donde no existe influencia del nivel freático, así como en aquella situación donde se puede controlar la ascensión capilar del nivel freático mediante un adecuado sistema de drenaje, capaz de evitar daños físicos al sistema radicular de la planta.

El valor de CA también se consideran cero para efectos de planificación de proyectos de irrigación, dado que en estos, el objetivo es conocer la demanda de agua total del proyecto; luego, la demanda de agua de los cultivos quedara por lo tanto expresada por:

$$DA = ETA - PE$$

### **Demanda de agua del proyecto**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009, 154) para el cálculo de la demanda de agua de un proyecto, se debe tener en cuenta todas las perdidas resultantes del sistema de distribución del agua de riego y de la aplicación del agua al cultivo.

La demanda de agua del proyecto ( $D_p$ ) será igual a la necesidad de riego del cultivo ( $DA$ ) dividida por la eficiencia de riego del proyecto ( $Er$ )

$$D_p = \frac{DA}{Er}$$

#### h) Cálculo de la dosis y frecuencia de riego

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 15) conocida la previsión de necesidades de agua para un cultivo en un periodo de tiempo concreto – cuánto y cuándo regar -, la otra gran cuestión que tiene que resolver el regante es cómo realizar esta aportación, en uno o en varios riegos, es decir la dosis y frecuencia de riego. Se deben observar algunas condiciones como:

- **La capacidad máxima del suelo para almacenar agua.** Si se suministra toda el agua de una vez, parte puede percolar a capas profundas o perderse por escorrentía y escapar del alcance del cultivo.
- **El nivel de humedad del suelo** por debajo del cual no se debe bajar para que el cultivo no comience a sufrir estrés.
- **La capacidad del sistema de riego y su eficiencia.**
- Procurar dar **riegos frecuentes**, para contar con un nivel estable de agua en el suelo, fácilmente utilizable por el cultivo.

Una vez conocida la fecha y duración de los riegos, se debe procurar efectuarlos cuando las condiciones ambientales sean lo más favorables posible y cuando el coste energético sea menor, teniendo en consideración:

- En caso de energía eléctrica, regar en horas de descuento de la tarifa eléctrica.
- En riego por aspersión la eficiencia de aplicación y la uniformidad disminuyen si se riega con fuertes vientos y alta insolación. Por tanto, hay que intentar no regar durante las horas centrales del día en zonas con alta insolación, y disminuir el caudal del aspersor e incrementar el tiempo de riego en zonas con vientos frecuentes.
- Las lluvias superiores a 4 - 5 mm deberán descontarse de los riegos pendientes.
- El aporte instantáneo de agua no debe superar la capacidad de infiltración del suelo, para evitar escorrentías.

### **Eficiencia de riego (ER)**

Según Vásquez Absalón y Vásquez Issaak (2009,163) llamado también eficiencia de riego del proyecto, del distrito de riego, del fundo o del campo de cultivo; sirve para responder a preguntas como **¿Cuál es la demanda de agua del proyecto?, ¿Qué cantidad de agua se aplicara en el riego?**, etc.

La eficiencia de riego está dada por la relación entre el volumen de agua evapotranspirada por las plantas y evaporada por el suelo (ETo), mas la cantidad de agua necesaria para mantener una concentración adecuada de sales en el perfil enraizado del suelo (Lsa), menos la precipitación efectiva caída (Pe), menos ascensión capilar producida desde la capa freática (Lac); por un lado; y, por otro, al volumen de agua derivado o

extraído de la fuente de abastecimiento, que puede ser un río, reservorio, un pozo tubular o un manantial; para ser usado en el riego ( $V_{ex}$ ).

Luego la expresión matemática será:

$$V_a = E_{to} + L_{sa} - L_{ac} - P_e \qquad E_r = \frac{V_a}{V_{ex}} (100)$$

Los componentes de eficiencia de riego son:

Eficiencia de almacenamiento ( $E_s$ ), eficiencia de conducción ( $E_c$ ), Eficiencia de distribución ( $E_d$ ), eficiencia de aplicación ( $E_a$ ) y eficiencia de uso del agua del suelo ( $E_u$ )

En un sistema de riego con reservorio

$$E_r = \frac{V_a}{V_{ex}} (100) = (E_s * E_c * E_d * E_a * E_u) * 100$$

En un sistema de riego sin reservorio

$$E_r = \frac{V_a}{V_{ex}} (100) = (E_c * E_d * E_a * E_u) * 100$$

A fin de simplificar la determinación de la eficiencia de riego ( $E_r$ ), no se debe hacer distinción entre canales de conducción y distribución ( $E_{sd}$ ), por lo tanto se considera solo un parámetro, es decir:

$$E_r = (E_s * E_{cd} * E_a * E_u) * 100 \dots \dots \dots \text{Sistema con reservorio}$$

$$E_r = (E_{cd} * E_a * E_u) * 100 \dots \dots \dots \text{Sistema sin reservorio}$$

Dado que  $E_u$  es difícil de estimar, por lo general no se considera en la ecuación, por lo tanto se tiene que:



$$Er = (Es * Ecd * Ea) * 100 \dots \dots \dots \text{Sistema con reservorio}$$

$$Er = (Ecd * Ea) * 100 \dots \dots \dots \text{Sistema sin reservorio}$$

### **Eficiencia de almacenamiento (Es)**

La principal fuente de almacenamiento o aporte a un reservorio normalmente es el agua de río, que en la mayoría de veces lleva una importante cantidad de elementos sólidos en suspensión –producto de la erosión del suelo- que al sedimentarse, colmatan el reservorio, disminuyendo su capacidad útil. Las pérdidas de agua en un reservorio ocurren por percolación y evaporación. El agua descargada por el aliviadero del reservorio no se considera como pérdida.

La eficiencia de almacenamiento (Es) se calcula mediante la expresión:

$$Es = \frac{V_{ex}}{V_0} (100)$$

Donde:

$V_{ex}$  = Cantidad de agua extraída del reservorio.

$V_0$  = Cantidad de agua que ingresa al reservorio.

### **Eficiencia de conducción y distribución (Ecd)**

En un sistema de riego, se distinguen 2 tipos de canales: los canales de conducción, que se refiere al canal madre principal y canales laterales, y los canales de distribución, que se refieren a los canales de menor orden

hasta el nivel parcelario mismo. La evaluación de la eficiencia de conducción y distribución en forma conjunta se efectúa mediante la relación:

En forma separada, las eficiencias de conducción y distribución se calculan mediante las relaciones:

$$E_c = \frac{V_{cd}}{V_{ex}}(100) \qquad E_d = \frac{V_{cc}}{V_{cd}}(100)$$

Donde:

$E_c$  = Eficiencia de conducción

$E_d$  = Eficiencia de distribución

$E_{cd}$  = Eficiencia de conducción y distribución

$V_{cc}$  = Cantidad de agua entregada a nivel de cabecera de los campos de cultivo

$V_{ex}$  = Cantidad de agua extraída del reservorio

$V_{cd}$  = Cantidad de agua entregada a los canales de distribución.

Otra forma de expresar  $E_{cd}$  será de la forma:

$$E_{cd} = E_c * E_d$$

### ***Eficiencia de aplicación ( $E_a$ )***

Esta eficiencia es la que más directamente está relacionada con los agricultores. Está definida por la relación entre el volumen del agua retenida en la zona de raíces y que será utilizada para la

evapotranspiración ( $V_1$ ), mas el volumen de agua necesario para mantener un balance apropiado de sales en el perfil enraizado ( $V_2$ ), y el volumen total de agua aplicado en el riego ( $V_0$ ). Se utilizara ( $V_2$ ), cuando se tiene agua o suelos con altos contenidos de sales, en caso contrario, ( $V_2$ ) = 0.

La relación utilizada para determinar,  $Ea$ , es la siguiente:

$$Ea = \frac{V_1 + V_2}{V_0}$$

Donde:

( $V_1$ ) = Volumen de agua retenida en la zona de raíces

( $V_2$ ) = Volumen de agua aplicada para mantener un balance de sales apropiado en la zona de raíces

( $V_0$ ) = Volumen total de agua aplicado en el riego.

### **Dosis de riego e intervalo entre riegos**

#### ***Dosis de riego***

Según Fuentes Yagüe (2003, 110) la dosis de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por cada unidad de superficie. Cabe diferenciar entre *dosis neta* ( $Dn$ ) y *dosis bruto o total* ( $Dt$ ). Las dosis netas corresponde a la reserva fácilmente disponible, y viene dada por la formula:

$$Dn = 100 * H * Da * (Cc - Pm) * f$$

Donde:

$D_n$  = Dosis neta expresada en  $m^3/ha$

$H$  = Profundidad de las raíces, en m.

$D_a$  = Densidad aparente del suelo

$C_c$  = Capacidad de campo, expresado en porcentaje en peso de suelo seco.

$P_m$  = Punto de marchitamiento, expresado en porcentaje en peso de suelo seco

$f$  = Fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

Cuando  $C_c$  y  $P_m$  vienen expresados en porcentaje del volumen del suelo, la formula seria.

$$D_n = 100 * H * (C_c - P_m) * f$$

Cuando  $C_c$  y  $P_m$  vienen expresados en mm de altura de agua, la formula seria

$$D_n = H * (C_c - P_m) * f$$

$D_n$  = Dosis neta expresada en mm

$H$  = Profundidad de las raíces, en cm.

$C_c$  = Capacidad de campo, expresado en mm/cm.

$P_m$  = Punto de marchitamiento, expresado en mm/cm

$f$  = Fracción de agotamiento del agua disponible, expresado en tanto por uno.

Entonces la dosis total es:

$$Dt = \frac{Dn}{Ea}$$

### **Lamina de riego**

Según Villon (1982) basándose en los datos del suelo: capacidad de campo, punto de marchites permanente y densidad aparente de los diferentes extractos de perfil y el dato de profundidad de raíces del cultivo, se determina la lamina de riego. En el primer riego, la lamina requerida para llevar la humedad del suelo del punto de marchites permanente hasta capacidad de campo es:

$$Lr = \frac{(CC - PMP) * Da * Pr}{100}$$

Donde:

$Lr$  = Lamina de riego (cm).

$CC$  = Capacidad de campo (%)

$PMP$  = Punto de marchites permanente (%)

$Da$  = Densidad aparente ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

$Pr$  = Profundidad de raíces (cm).

Los riegos sucesivos, se deben efectuar cuando sea consumido el 50% de la humedad disponible (CC-PMP), en este caso haciendo la corrección por este factor, la lámina neta se expresa por:

$$Ln = \frac{0.50(CC - PMP) * Da * Pr}{100}$$

Donde:

Ln = Lamina neta (cm)

Esta lamina es la que se debe usar para el diseño pues es la que se aplicará con mayor frecuencia, por otro lado, para satisfacer el primer riego podemos aumentar el tiempo de aplicación. La lamina de riego a aplicar, lamina de riego bruta se consigue castigando a la lamina de riego por la eficiencia.

$$Lb = \frac{Lr}{Ea}$$

Donde:

Lb = Lamina bruta (cm)

Lr = Lamina de riego neta (cm)

Ea = Eficiencia de aplicación.

### ***Frecuencia de riego***

Según Villon (1982) es el intervalo de riego y riego, y viene expresado por:

$$Fr = \frac{Ln}{ETA}$$

Donde:

$Fr$  = Frecuencia de riego (días)

$Ln$  = Lamina neta (mm.)

ETA = Evapotranspiración actual o real (mm/día) o uso consuntivo.

Según Fuentes Yagüe (2003, 111) manifiesta que se debe regar cuando las extracciones de las plantas agoten la reserva fácilmente disponible.

Por consiguiente, el intervalo ( $i$ ) en días será

$$i = \frac{\text{Reserva fácilmente disponible}}{\text{Necesidades netas diarias}} = \frac{Dn}{Nn \text{ diarias}} = \frac{Dn}{Et(\text{cultivo}) - Pe}$$

Donde:

$Dn$  = Demanda neta ( $m^3/ha$  ó mm de altura de agua)

$Nn$  = Necesidad neta ( $m^3/ha$  ó mm de altura de agua)

#### 2.1.2.2. Operación y mantenimiento de la infraestructura de riego

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 15) no riega mejor la instalación más cara, sino la mejor cuidada. Se ha de crear el hábito de cuidar las instalación de riego, los detalles, lo que supondrá una mayor comodidad en el trabajo y la satisfacción de saber que no se está desperdiciando un recurso tan escaso como es el agua.

Es necesario comprobar periódicamente que la finca se riega de manera uniforme, y revisar las instalaciones de riego para evitar fugas en tuberías, acoples y tomas.

Además de las singularidades propias de cada sistema de riego y de las normas básicas de seguridad e higiene en el trabajo, una lista de mínimos para un buen mantenimiento sería:

- Realizar una revisión anual de las instalaciones
- No tolerar la mas mínima fuga en las tuberías y acoples.
- Limpiar los elementos de filtrado. Además de la obturación de los emisores, una deficiente limpieza de filtros implica pérdida de presión en la red de riego y por tanto variaciones imprevistas del caudal.
- Registrar toda la información en el cuaderno de riego.

### **c) Operación**

Bart Snellen (1997, 15) el servicio más importante prestado a los agricultores por los operadores del sistema es el suministro de agua de riego.

Desde el punto de vista del agricultor, lo ideal es tener plena libertad respecto de:

- El momento de riego
- El volumen de riego
- La duración de las aplicaciones de riego

Clavijo, Wilson, Montalvo, Lucy, Zapatta, Alex, Casanova, Ramiro y Quinde, Francisco (2002, 14) la operación de un sistema de riego es un conjunto de acciones desarrolladas para un eficiente manejo y distribución del agua desde la fuente de abastecimiento hasta su entrega a nivel parcelario.



Gutiérrez Pérez (2006, 39) la distribución del agua es la expresión práctica del concepto, aparentemente abstracto, de la parte operativa de lo que significa la gestión de agua, y se refiere al funcionamiento del sistema de riego cuando el agua es conducida por los usuarios desde la fuente y repartida para su uso. Es durante la distribución que se hace evidente la expresión de los derechos de agua, se ponen en práctica los acuerdos, se hacen visibles los conflictos y se ponen en ejercicio los cargos asignados para la entrega de agua. Es también durante la distribución que se distingue el manejo u operación de la infraestructura

Gutiérrez Pérez (2006, 79) distribución de agua significa operar la infraestructura y repartir el agua dentro de un sistema de riego. Las tareas de operación se resumen en la regulación de caudales y el control del flujo y estructuras para permitir que el agua fluya normalmente.

#### **d) Mantenimiento**

Clavijo, Wilson, Montalvo, Lucy, Zapatta, Alex, Casanova, Ramiro y Quinde, Francisco (2002, 14) es un conjunto de acciones desarrolladas para mantener en condiciones óptimas las diferentes obras, equipos e instalaciones que forman parte de un sistema de riego.

Bart Snellen (1997, 33) en todo el mundo muchos sistemas de riego no pueden proporcionar un servicio adecuado a los agricultores por que no es posible ya mover las compuertas debido a la oxidación, o porque faltan alguna partes o están rotas, algunas secciones del canal se han derrumbado o están llenas de sedimentos, han desaparecido las reglas de

aforo del nivel del agua, etc. Todo ello es resultado de un mantenimiento deficiente.

### **Mantenimiento de un sistema de riego**

Bart Snellen (1997, 35) las actividades de mantenimiento de un sistema de riego son de tres categorías:

- Mantenimiento de rutina
- Trabajos urgentes
- Mejoramiento del sistema

#### ***Mantenimiento de rutina***

Las actividades de mantenimiento de rutina tienen que repetirse durante toda la vida de un sistema de riego para mantenerlo en funcionamiento. Algunas de estas actividades son de rutinas diarias que no exigen conocimientos especiales.

- Engrase de las compuertas
- Eliminación de la vegetación en las márgenes, los canales y los puntos de drenaje
- Eliminación de los sedimentos de los canales, drenaje y estructuras

Siempre que sea posible, estas actividades de rutina deben estar a cargo de los propios usuarios del agua, o en todo caso del personal de campo del sistema.

Otras actividades de mantenimiento de rutina exigen la participación de un personal especializado, por ejemplo, un mecánico, un albañil, un carpintero

y un pintor. Pueden ser necesarios para llevar a cabo trabajos de mantenimiento de rutina tales como:

- Reparar compuertas y estructuras de medición
- Volver a pintar las estructuras de acero
- Instalar reglas de aforo del nivel de agua
- Proceder al mantenimiento y a pequeñas reparaciones de bombas y motores.

### ***Trabajos urgentes***

Los trabajos urgentes exigen una acción inmediata y conjunta del personal de riego y de los agricultores para impedir o reducir los efectos de acontecimientos imprevistos tales como:

- Grieta o rebose de las márgenes de un canal o de un dique fluvial, que causan inundación
- Avería grave en las bombas o en las obras de toma, que causan una interrupción del suministro de agua de riego
- Desastres naturales tales como inundaciones, terremotos o tifones.

El personal operativo debe tener una formación suficiente que le permita saber lo que debe hacer al llegar al lugar donde se ha producido el desastre, por ejemplo, interrumpir la energía eléctrica de una bomba recalentada, y cerrar las estructuras de toma en el caso de una grieta en un canal. Un buen sistema de comunicación puede ser muy útil para reducir daños.

### ***Mejoramiento del sistema***

El mantenimiento de rutina y las reparaciones urgentes que se han descrito antes tienen sobre todo la finalidad de mantener o restablecer la infraestructura técnica en la condición en que se encontraba cuando se construyó, sin embargo, hay varias razones no solo para mantener el sistema en su condición original sino para mejorarlo gradualmente. Las principales razones son:

- Un sistema recién construido casi nunca es perfecto. Por lo general es necesario hacer algunas modificaciones para que se entre en pleno funcionamiento
- Algunas veces es mejor construir un sistema con capacidad mínima, con estructuras de bajo costo. Si el sistema demuestra tener éxito, se puede ampliarlo gradualmente y se puede sustituir las estructuras con otras más permanentes.
- Las condiciones cambian tanto dentro como fuera del sistema. Es necesario introducir mejoras para asegurar que el sistema continúe prestando servicio que correspondan a las necesidades de los agricultores.

Gutiérrez Pérez (2006, 40) el mantenimiento de la infraestructura en los sistemas de riego campesinos se constituye en una de las actividades que realizan todos los usuarios, de manera que la infraestructura esté en condiciones de hacer llegar el agua desde la fuente hasta la parcela. En la mayoría de los sistemas de riego campesino, la infraestructura está compuesta por canales de tierra y tomas de agua hechas con mariales

locales. Por esta razón, el mantenimiento en los sistemas de riego se concentra en la “limpieza” de canales, en la reconstrucción de tomas y, en algunos casos, la reparación de estanques.

El mantenimiento de la infraestructura se constituye en uno de los requisitos para poder acceder al uso del agua. En algunos sistemas de riego en los cuales el derecho al agua está cuantificado, participar en el mantenimiento garantiza la manutención del derecho al agua. En los sistemas en los cuales no hay la cuantificación de derechos al agua, es suficiente participar en la limpieza y reconstrucción de las obras para hacer uso del agua durante un año agrícola. Los que no participan en esta actividad no tienen posibilidad de hacer uso del agua durante este periodo.

### **2.1.2.3. Uso de tecnologías apropiadas para riego**

Según el Manual de Buenas Prácticas de Riego (2009, 16) tradicionalmente la experiencia del agricultor y el técnico, formado en la observación directa del cultivo y del estado del suelo, ha sido la base para la toma de decisión de riego. Pero actualmente la tecnología existente permite dar el paso desde de una visión subjetiva ha su cuantificación objetiva, mediante la realización de medidas reproducibles a lo largo del tiempo de valores del estado de humedad del suelo, de la temperatura y de la planta, mediante puntos de control suelo-planta-clima.

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Gestión de recursos hídricos**

La gestión de recursos hídricos es el conjunto de actividades y medios necesarios para lograr objetivos formulados en la distribución del agua. Con la interacción social de diferentes actores, empleando diferentes métodos, recursos y estrategias, tomando lugar en un sistema sociotécnico, que consiste en un conjunto de espacios de interacción, los que tienen una dimensión espacial en niveles sociales hidráulicos del sistema (sistema, grupo de familias y familias), y una dimensión de tiempo, vinculada al ciclo agroecológico y al ritmo de la entrega de agua, y que está arraigada en la cultura, en la estructura agraria, en la infraestructura institucional de entidades públicas y privadas y en la infraestructura material.

### **2.2.2 Practicas de riego**

Las prácticas de riego consisten en el manejo adecuado del agua de tal manera que permita la perduración del recurso en el tiempo (cantidad y calidad), para el cual a la hora de regar se tiene que seguir un proceso lógico de toma de decisiones, asegurando que se aplica la cantidad de agua necesaria de los cultivos conociendo el ciclo de su desarrollo, las necesidades hídricas y establecer pautas y modelos de aplicación de aportes de agua de riego.

### **2.2.3 Gestión de la demanda**

La Gestión de la Demanda se encarga de predecir y regular los ciclos de consumo, adaptando la producción a los picos de mayor exigencia para asegurar que el servicio se siga prestando de acuerdo a los tiempos y niveles de calidad

acordados con los usuarios mejorando la eficiencia del uso de agua y evitando el deterioro de los recursos hídricos.

Gestionar la demanda significa satisfacer los servicios hidráulicos requeridos por los distintos usuarios, en lugar de simplemente suministrar agua. Los usuarios de agua no demandan cantidades en abstracto, si no los servicios hidráulicos (uso domestico, agricultura, ganadería, industrial, energía, etc.) prestados por una cantidad de agua de una determinada calidad, en unas determinadas condiciones de garantía y eficacia, para satisfacer un conjunto de necesidades básicas, sociales, económicas, culturales.

#### **2.2.4 Externalidades**

Una externalidad es una influencia no compensada de un agente sobre el bienestar de otro. Dicha influencia puede generar un mayor nivel de bienestar (externalidad positiva) o, por el contrario, provocar un perjuicio (externalidad negativa)

#### **2.2.5 Sociotécnico**

Concepto organizativo utilizado modernamente para precisar la naturaleza de las organizaciones productivas, a las que se concibe como sistemas sociotécnicos. Según esta óptica, en un sistema de riego se tiene un sistema técnico (equipos y métodos de riego) y de un sistema social (conjunto de hombres y mujeres) que interactúan y se complementan.

#### **2.2.6 Socioterritorial**

El espacio socioterritorial es donde los grupos de actores (grupos sociales) involucrados en la gestión del agua interactúan, desarrollan relaciones de poder,

identidad y territorio, en torno a movilización y el uso del agua de determinadas fuentes ubicados en su territorio.

### **2.2.7 Ciclo agroecológico**

La Agroecología se define como la aplicación de conceptos y principios ecológicos para el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles. La Agroecología provee el conocimiento y metodología necesarios para desarrollar una agricultura que sea, por un lado ambientalmente adecuado y por otro lado altamente productiva y económicamente viable. A menudo incorpora ideas sobre un enfoque de agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no solo en la producción, sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción.

### **2.2.8 Cuenca hidrográfica.**

La cuenca es el área de terreno, delimitada por una divisoria topográfica que capta las aguas caídas por precipitación y se unen para formar un solo curso de agua denominado río principal.

### **2.2.9 Infraestructura hidráulica mayor**

La infraestructura hidráulica mayor comprende las estructuras que por sus características de construcción, operación y manteniendo resultan de mayor magnitud, complejidad e importancia en el sistema hidráulico común. Es empleado para realizar las actividades de *trasvase* para derivar el agua de una unidad hidrográfica a otra contigua, *regulación* para almacenar y entregar gradualmente el agua, *medición* para determinar volúmenes o caudales de agua en un punto determinado, *captación* para derivar el agua de su curso natural o



artificial a una estructura de derivación, *derivación* para conducir las aguas desde la captación hasta su entrega en la infraestructura hidráulica menor, *drenaje* principal para evacuar los excedentes de agua desde los drenes secundarios hacia la fuente natural.

### **2.2.10 Infraestructura hidráulica menor**

La infraestructura hidráulica menor comprende estructuras empleadas para realizar las actividades de *captación* para derivar el agua del sector hidráulico mayor o de un curso natural a los sistemas de distribución, *distribución* para trasladar las aguas desde la captación hasta los usuarios que utilizan el agua en una actividad sectorial determinada, *medición* para determinar los volúmenes o caudales de agua en un punto determinado de la infraestructura hidráulica, *drenaje secundario* para evacuar los excedentes de agua hacia los drenes principales.

### **2.2.11 Demanda libre**

Consiste en proporcionar el agua de riego en forma continua de acuerdo a los requerimientos de los cultivos, este método de distribución le da la oportunidad al agricultor de decidir la aplicación del riego, tanto en intensidad como en frecuencia, La entrega de agua a demanda libre es común, especialmente, en los sistemas de riego cuya fuente de agua es un río, el cual permite que los usuarios puedan regar sin que existe un control sobre quien tiene turno.

## CAPÍTULO III

### CARACTERÍSTICAS DEL NUCLEO DE INVESTIGACIÓN.

#### 3.1 Ámbito de estudio

##### 3.1.1. Ubicación política y geográfica

###### Ubicación política:

Centro poblado	: Solitario
Distrito	: Vilquechico
Provincia	: Huancané
Región	: Puno

###### Ubicación hidrográfica:

Cuenca	: Huancané
Unidad hidrográfica	: Tuyto
Microcuenca	: Calangachi

Forma parte del sistema hidrográfico de la cuenca del río Huancané y este forma el sistema hidrográfico del lago Titicaca.

###### Ubicación administrativa:

Administración Local de Agua	: Huancané
Junta de usuarios	: Huancané
Comité de usuarios	: Nuevo Progreso Solitario

###### Ubicación geográfica:

Se encuentra entre las coordenadas geográficas de: 69° 35' 37.73" – 69° 31' 32.89" de Longitud Oeste y de 15° 07' 31.97" – 15° 06' 29.16" de Latitud Sur del meridiano de Greenwich; además se encuentra demarcada dentro de las coordinas UTM: 8327700-N a 8329650-N y 435600-E a 443500-E; entre altitudes de 3900 a 4050 metros sobre el nivel del mar.

### 3.1.2. Ámbito Jurisdiccional

El ámbito jurisdiccional del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario se distribuye en el espacio político de la provincia de Huancané, distrito de Vilquechico, centro poblado Solitario, cuatro Comunidades Campesinas y una Parcialidad como se puede ver en el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 3.1**

#### **DISTRIBUCIÓN DEL ESPACIO POLÍTICO**

<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>COMUNIDAD CAMPESINA</b>	<b>PARCIALIDAD</b>
Puno	Huancané	Vilquechico		Cascacollo
Puno	Huancané	Vilquechico	Catahui	
Puno	Huancané	Vilquechico	Villa Kantutani	
Puno	Huancané	Vilquechico	Pampilla Vargas cucho	
Puno	Huancané	Vilquechico	Calahuyo	

Fuente: Elaboración en base a la observación

### 3.1.3. Vías de comunicación y acceso

El área de estudio sistema de riego Nuevo Progreso Solitario, se comunica fácilmente con la ciudad de Huancané, por el acceso principal de la carretera Huancané – Vilquechico y Vilquechico – área de estudio.

El cuadro siguiente, nos precisa el acceso, partiendo de la ciudad de Puno.

## CUADRO Nº 3.2

## VÍAS DE COMUNICACIÓN Y ACCESO AL LUGAR DE ESTUDIO

Nº	TRAMO	DISTANCIA (km.)	TIEMPO (min.)	TIPO DE VIA	VIA PRINCIPAL
1	Puno-Juliaca	45	40	Asfaltada	Puno-Juliaca
2	Juliaca-Huancané	60	60	Asfaltada	Juliaca-Huancané
3	Huancané-Vilquechico	11	15	Asfaltada	Huancané-Vilquechico
4	Vilquechico-Solitario	21	60	Afirmada	Vilquechico-Solitario
<b>TOTAL</b>		<b>137</b>	<b>175</b>		

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

#### 3.1.4. Características socio económicas de la población

El sistema de riego Nuevo Progreso Solitario, cuenta con 242 usuarios debidamente registrados en el padrón de la oficina de la Administración Local de Agua - Huancané.

Los usuarios del sistema de riego son del Centro Poblado Solitario distribuidos en cuatro Comunicadas Campesinas y una Parcialidad los cuales son: Catahui, Villa Kantunani, Pampilla Vargas Cucho, Calahuyo y la Parcialidad de Cascacollo respectivamente.

De acuerdo al censo nacional 2007, el departamento de Puno tiene una población censada de 1 268 441 habitantes, lo que significa cerca del 5% de la población nacional.

En relación a la pobreza monetaria, se calcula que el 67,2% de la población está en pobreza total y el 29,9% en pobreza extrema, indicadores que están por encima de la estimación nacional.

La situación actual del área de influencia del sistema de riego se caracteriza por ser de bajos recursos económicos y por consiguiente un nivel de vida precario, como muestran los indicadores de la provincia de Huancané - Vilquechico con 9597 habitantes, a nivel distrital y con una tasa de 29.10% de población analfabeta, 30% de desnutrición y alrededor de 29% de población con necesidades básicas insatisfechas.

#### **3.1.4.1. Población.**

El Comité de Usuarios Nuevo Progreso Solitario está conformado por 242 usuarios, el cual asciende aproximadamente a una población beneficiaria de 850 personas, distribuidas en las cuatro Comunidades Campesinas y una Parcialidad.

#### **3.1.4.2. Actividad principal de la población y nivel de vida.**

La ganadería es una de las actividades principales del área de estudio del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario, porque constituye fuente de ocupación e ingreso para el productor rural, representado por varias especies en menor cantidad en ganado vacuno, porcino y otros, y en mayor cantidad ganado ovino y los camélidos sudamericanos.

La existencia de pastos naturales, cultivos de forrajes y pastos cultivados favorecen la crianza del ganado, siendo los vacunos de doble propósito (carne y leche), los ovinos para carne, porcinos (carne) y en cuanto a los camélidos (fibra).

En el área de estudio, la problemática del productor andino es la escases de alimentos para los ganados en épocas de estiaje, (abril a noviembre), esto

hace que los productores se dediquen a la siembra de forraje en la época de lluvia, para almacenar y alimentarlos en la época de estiaje, además para contrarrestar ese inconveniente se practica el riego de pastos naturales y cultivados.

La agricultura también es una de las actividades importantes en el área de influencia del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario, la campaña agrícola son de riego y régimen seco que generalmente depende por las precipitaciones pluviales, sin embargo se utiliza el agua para el riego complementario permitiendo el adelanto de la época de siembra, riego en los veranillos que se producen, así también se tiene el uso de agua en riego de pastos naturales.

Los cultivos principales, son: Papa, Cebada (grano y forrajera), Avena (grano y forrajera), Habas, Quinua, Cañihua, Trigo, Olluco, Oca, Alfalfa, Pastos Cultivados y otros. La mayor parte de los cultivos son para consumo humano y subsistencia de los mismos y un mínimo porcentaje lo llevan al mercado para la venta o intercambio de alimentos.

#### **3.1.4.3. Servicios básicos de la población.**

**Agua Potable.-** El servicio de agua potable en el área de estudio, por ende el Centro Poblado Solitario del distrito de Viquechico - Huancané es deficitaria ya que según el Censo 2007 realizado por el INEI a nivel de distrito solo el 15.56% de la población cuenta con cobertura de agua las mismas que se abastecen con piletas, el resto que representa el 84.44% no tiene instalaciones de agua potable, los mismos que se abastecen de agua de pozos, ríos, manantiales, acequias y otras fuentes; poniendo en riesgo su

salud; los mismos que hacen referencia que con frecuencia sufren de enfermedades estomacales por el consumo de agua no potabilizada.

**Servicios Higiénicos.-** En lo que respecta a los servicios higiénicos la situación es crítica dado que no tienen instalación de red dentro de la vivienda, a nivel del distrito de Vilquechico solo el 2.71% cuenta instalación de desagüe, el resto que representa el 97.29% recurre a la utilización de pozos negros y letrinas, los que no tienen realizan sus necesidades sobre acequias o campo abierto; originando enfermedades infectocontagiosas, afectando principalmente a los niños.

**Servicio de Energía Eléctrica.-** finalmente lo que respecta a la cobertura del servicio de energía eléctrica tomando siempre como referencia el distrito de Vilquechico la población con cobertura de energía eléctrica asciende al 53.33% mientras que el 46.67% aun no cuenta con este servicio y recurriendo a la utilización de otras fuentes de energía de iluminación como velas, lámparas, mecheros entre otros.

### 3.1.5. Geología.

Según estudios realizados por La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN (1992) el área de estudio corresponde al Área del Altiplano. Esta unidad fisiográfica se extiende con muy suave inclinación desde la falda oriental de la Cordillera Occidental hasta las estribaciones de la Cordillera Oriental, prolongándose hacia el Sureste hasta el territorio Boliviano e incluye la gran depresión de la cuenca de los lagos Titicaca y Poopó.

En general, son terrenos planos, a veces con muy suave ondulamiento, característica que ha dado origen a la denominación de Altiplano.

Estos terrenos se consideran como restos de una peneplanicie formada a una altura relativamente baja durante el Terciario Medio Superior. A fines del Terciario o principios del Cuaternario, esta superficie peneplanizada se elevó hasta altitudes entre los 3,000 y los 5,000 m. s. n. m. Dentro del Sector, las alturas varían desde los 4,200 a los 3,890 m. s. n. m.

Como aspectos o rasgos secundarios de esta unidad, se puede nombrar la existencia de numerosas terrazas fluvio-aluviales y de aluvionamiento.

#### **3.1.5.1. Geología regional y local.**

La zona de estudio se encuentra ubicada al Oeste de la Cordillera Oriental y corresponden a las unidades denominadas El Altiplano y las estribaciones de la Cordillera Oriental.

El Altiplano es una planicie sin rasgos fisiográficos, en las zona de estudio, se ubica a una altura de 3 900 a 4050 m.s.n.m. dentro de ellas se ubican algunas colinas bajas.

Las estribaciones de la Cordillera Oriental, ocupan la parte NE de la zona de estudio, donde emergen abruptamente elevaciones de cerros, desde la planicie altiplánica.

Regionalmente en la zona del proyecto se han encontrado las siguientes formaciones geológicas, describiéndose desde la más antigua a la reciente: grupo Azángaro está compuesto de clastos de arenisca subredondeados a subangulosos, que señalan el ambiente lacustino de la formación, grupo Moho está compuesta por limolitas y fangolitas abigarradas con estratificación delgada, grupo Vilquechico la formación está constituida de base a techo por



lutitas limoarcillíticas de colores variables entre negro marrón y violáceo amarillento, grupo Cotacucho sección basal tres horizontes de arenisca cuarzosa rojiza rosada, topográficamente bien conspicuo, con un espesor de 20 m. cada uno, intercalados con areniscas limoarcillíticas en estratos hasta de 15 m.

### 3.1.6. Ecología.

Según ONER en lo que respecta a climatología, se ha establecido que el clima general del sector estudiado (departamento de Puno) es semi-seco y frío, cuyas estaciones de otoño e invierno son carentes de lluvias, no existiendo cambio térmico invernal bien definido.

Se indica, además, que un estudio de reconocimiento de toda la zona evaluada ha permitido apreciar algunas variaciones en la vegetación natural y cultivada relacionadas estrechamente con la temperatura. Lo que ha llevado a establecer que el patrón climático que se acaba de describir está integrado por cuatro variantes o subtipos térmicos, los mismos que han sido denominados con las letras A, B, C y D.

**El subtipo climático "A" o "Clima de la Ribera del Lago Titicaca"** corresponde al área que bordea el Lago Titicaca y la laguna Arapa, con una extensión de 114,035 Has. o 8.3% de la extensión total del Sector. El origen de esta variante climática se encuentra en la acción termo-reguladora del Lago Titicaca. La temperatura promedio anual varía entre 9.5 °C y 5.5 °C, lo que determina que esta variante climática sea la más favorable de todas para las actividades agrícolas.

**El subtipo climático "B" o "Clima de Orurillo, Asillo y Azángaro"** cubre una extensión de 112,000 Has. o 8.2% del área total. En esta subzona, las temperaturas máximas y mínimas promedio son de 13 °C y 6 °C, respectivamente, ocurriendo heladas más o menos intensas, aunque en general las condiciones ambientales son bastante favorables para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias.

**El subtipo climático "C" o "Clima del Altiplano"** corresponde a una extensión de 430,338 Has. ó 31.4% del área total. Las temperaturas promedio máxima y mínima son aproximadamente de 13 °C y 3 °C, respectivamente, ocurriendo heladas de fuerte intensidad y de amplio período de ocurrencia. Sin embargo, la topografía, los suelos y las buenas especies de pastos naturales, constituyen muy buenas condiciones para el desarrollo de la ganadería de tipo lanar.

**El subtipo climático "D" o "Clima de las Alturas"** abarca un área de 713,361 Has. ó 52.1% del área total. La temperatura promedio oscila entre los 6°C y los 0°C, clara indicación de que las heladas son intensas y muy frecuentes durante todo el año. Esta variante climática corresponde a todas las zonas de altura, de topografía sumamente accidentada y agrícolamente casi improductiva.

### **Descripción de las formaciones ecológicas según ONERN**

#### **Pradera o Bosque Húmedo Montano.**

Esta formación ecológica se extiende desde las orillas del Lago Titicaca hasta la cota 4,100 m.s.n.m., aproximadamente, comprendiendo íntegramente los subtipos climáticos "A", "B" y "C", los que le confieren un clima benigno y la hacen apropiada para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Dentro de esta formación vegetal, se ha desarrollado la asociación vegetal atmosférica denominada Bosque Húmedo Montano matorral, comprendida íntegramente en el área del subtipo climático "A", por cuya razón ofrece las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la agricultura.

El resto de la formación está integrada, en su mayor parte, por grandes pampas cubiertas de pastos naturales, muy apropiados para la ganadería de ovinos y vacunos. El clima predominante es frío pero sin llegar a ser extremo, condición favorable para el mejoramiento y buen desarrollo de dicha vegetación natural en beneficio de la ganadería.

Topográficamente, la casi totalidad del área ocupada por esta formación vegetal está constituida por planicies extensas de pendiente suave o nula y conformadas por depósitos lacustres y rellenos fluviales jóvenes de naturaleza y espesores variados. En muy pequeña proporción, existen terrenos de topografía más inclinada y quebrada que conforman los promontorios y cerros que contrastan con la topografía general de las pampas altiplánicas.

***De lo descrito anteriormente Podemos clasificar que el área de estudio se encuentra dentro de el subtipo climático "C" o "Clima del Altiplano" el cual tiene temperaturas promedio máxima y mínima de 13 °C y 3 °C, respectivamente, ocurriendo heladas de fuerte intensidad y de amplio período de ocurrencia. Sin embargo, la topografía, los suelos y las buenas especies de pastos naturales, constituyen muy buenas condiciones para el desarrollo de la ganadería de tipo lanar.***

***Así también dentro de las formaciones ecológicas, el área de estudio podemos identificarla como Pradera o Bosque Húmedo Montano. Esta***

formación ecológica se extiende desde las orillas del Lago Titicaca hasta la cota 4,100 m.s.n.m., aproximadamente, siendo el caso de nuestro área de estudio el cual se encuentra entre las cotas de 3900 m.s.n.m. hasta los 4050 m.s.n.m. comprendiendo íntegramente los sub-tipo climático "C", los que le confieren un clima benigno y la hacen apropiada para el desarrollo de las actividades agropecuarias.

Esta formación ecológica está integrada, en su mayor parte, por grandes pampas cubiertas de pastos naturales, muy apropiados para la ganadería de ovinos y vacunos. El clima predominante es frío pero sin llegar a ser extremo, condición favorable para el mejoramiento y buen desarrollo de dicha vegetación natural en beneficio de la ganadería.

### **3.1.7. Hidrografía.**

De acuerdo al Estudio realizado por la Administración Local de Agua Huancané (MINAG – ANA – DCPRH - AGUAS SUPERFICIALES) Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Huancané y Suches. El área de estudio del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario se encuentra ubicado en la unidad hidrográfica Tuyto. Políticamente la unidad hidrográfica se encuentra ubicada en los distritos de Huancané, Inchupalla, Vilquechico, Rosaspata, Moho, Huayrapata y Cojata; provincias de Huancané y Moho, en el departamento de Puno. Hidrográficamente se localiza en la parte media baja de la cuenca del río Huancané; por sus características hidrográficas es uno de los tributarios principales que aporta sus aguas en forma directa a la cuenca Huancané; teniendo los principales afluentes los ríos Halla y Huayllacuyo por la margen izquierda, los ríos Camsane, Despansane y Pacchacuyo por la margen derecha.

La unidad hidrográfica Tuyto abarca una superficie de 1107.11 km<sup>2</sup> y representa el 30.49% de la cuenca del río Huancané (3631.19 km<sup>2</sup>). El curso principal nace del río Chilluparje - río Achucachi - río Yaputira - río Guitarrane - río Quellocarca - río Osoca - río Tuyto y cuya longitud es de 94.17 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Putina.

El cauce del río Tuyto presenta una pendiente media de 0.49%. El cauce en la parte media y baja de su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Huatasani, Vilquechico, Rosaspata, Moho y Cojata, y centros poblados del entorno con la ciudad de Huancané.

### 3.1.8. Climatología

Según el estudio realizado por ONERN el área de estudio estaría ubicada dentro de la clasificación climática de **El sub-tipo climático "C" o Clima del Altiplano** que corresponde a una extensión de aproximadamente 488,608 Has., equivalente al 35.7 % del área total. Este sub-tipo, donde las temperaturas promedio máxima y mínima están alrededor de los 13°C y 3°C, respectivamente, comprendiendo un amplio rango de oscilación de 10 °C.

En consideración a estas características, se puede afirmar que en este sub-tipo climático las heladas son de fuerte intensidad y que abarcan un amplio período de ocurrencias, por lo que la agricultura debe estar supeditada exclusivamente a plantas resistentes a temperaturas bajas. No obstante, la topografía los suelos y las buenas especies de pastos naturales constituyen muy buenas condiciones para si el desarrollo de la ganadería de tipo lanar.

Las condiciones térmicas del sub-tipo climático "C" son algo severas. En esta región, los períodos de fuertes heladas son muy largos, reduciendo la época apta para las actividades agrícolas a 5 ó 6 meses, de Noviembre a Marzo. Sin embargo, dada su enorme extensión de topografía predominantemente plana y la existencia de gran cantidad de pastos nativos alimenticios, el área correspondiente a este subtipo climático ofrece muy buenas condiciones para el desarrollo de la ganadería.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. Materiales e instrumentos

##### Materiales y equipos de gabinete

- Equipos de computo e impresión
- Papel bond de 80 gramos
- Cartas topográficas a escala 1:100,000 de los códigos que corresponden al área de influencia del proyecto y de la cuenca del río Huancané.
- Programas computarizados: Microsoft Excel, Google Earth, Global mapper, Auto CAD, Auto CAD land, para los cálculos y el diseño de gráficos.

##### Materiales y equipos de campo

- GPS satelital
- Calculadora
- Cronometro
- Libretas de campo
- Cámara fotográfica
- Wincha de acero de 50 m de longitud

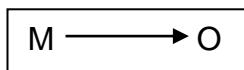
#### 4.2. Metodología

##### 4.2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, a nivel descriptivo, porque se trata de la identificación y descripción de las características representativas de la dificultad en cuestión.

#### 4.2.2. Diseño de la investigación

Corresponde al diseño diagnóstico cuyo esquema es:



Donde:

M = Muestra de estudio

O = Observaciones o información recogida

#### 4.2.3. Población y muestra

##### 4.2.3.1. Población:

Está conformada por todos los integrantes del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario – Huancané que asciende a 242 usuarios.

##### 4.2.3.2. Muestra:

Se calculo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

Z = 1.65, Tomado al 90% de confiabilidad (Tabla de distribución normal)

p = 0.5 nivel de acierto

q = (1- p), nivel de error



$e =$  margen de error (10%)

Reemplazando los valores se tiene:

$$n = \frac{1.65^2 * 242 * 0.5 * 0.5}{0.1^2(242 - 1) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 53.29$$

$$n \cong 53$$

#### 4.2.3.3. Tipo de muestreo:

Una vez calculada la muestra se procedió a utilizar las técnicas de muestreo estratificado, en la medida que la población está dividida en sub-grupos de acuerdo a las comunidades que conforman el sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.

Calculo del factor de proporción:

$$f = n/N$$

$$f = 53/242$$

$$f = 0.2190$$

## CUADRO Nº 4.1

**MUESTRA ESTRATIFICADA PROPORCIONAL DEL COMITÉ DE  
USUARIOS**

Estratos de la población de usuarios	Tamaño de la población de cada estrato	Determinación de los tamaño de los estratos muestrales	Estratos de la muestra
Catahui	56	$56 \cdot 0,2190$	12
Calahuyo	88	$88 \cdot 0,2190$	19
Cascacollo	35	$35 \cdot 0,2190$	8
Villa Cantunani	28	$28 \cdot 0,2190$	6
Vargas Cucho	35	$35 \cdot 0,2190$	8
Total	242		53

Fuente: Elaboración Propia en base a la información proporcionada por el comité de usuarios

Una vez calculada el tamaño de la muestra, se realizó la selección de la muestra, aplicando el muestreo sistemático para cada estrato de la población, para lo cual se calculo  $k$  que es la razón de muestreo aplicando la siguiente fórmula:

$$k = N/n$$

Donde:

$k$  = Razón de muestreo

$N$  = Población

$n$  = Tamaño de la muestra

## CUADRO Nº 4.2

## CALCULO DE LA RAZÓN DE MUESTREO

Estratos de la población de usuarios	Tamaño de la población de cada estrato	Estrato de la muestra	$K = N/n$	k redondeado
Catahui	56	12	4,67	5,00
Calahuyo	88	19	4,63	5,00
Cascacollo	35	8	4,38	4,00
Villa Cantunani	28	6	4,67	5,00
Pampilla Vargas Cucho	35	8	4,38	4,00
Total	242	53		

Fuente: Elaborado en base al cuadro Nº 4.1

En todos los estratos conociendo la razón de muestreo se utilizo el procedimiento de la urna para determinar con cuál de las primeras 4 personas se empezara, para el cual previamente se enumero la muestra de cada estrato, y a partir del numero elegido por urna se empezó a contar sistemáticamente hasta completar el tamaño de la muestra.

#### 4.2.4. Técnicas e instrumentos

**4.2.4.1. De Gabinete:** es de carácter documental, tiene como objetivo fundamentar y complementar la investigación a realizarse. Donde se utilizo el siguiente instrumento:

*Fichas Bibliográficas.*- Que consistió en la fundamentación teórica, identificándose la fuente documental que sirvió de sustento científico a nuestro trabajo.

**4.2.4.2. De Campo:** tiene por objetivo realizar acciones directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio.

Se realizo observaciones no estructuradas, para realizar el reconocimiento de las características de la infraestructura de riego,

fuentes de agua unidades de riego del sistema Nuevo Progreso Solitario.

- **Encuesta**

Se encuestaron:

- A los integrantes del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario.

- **Entrevista:**

Se entrevistaron:

- A los integrantes del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario.
- A los directivos del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario.

- **Diálogo:**

Se dialogó:

- Con los usuarios del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.

- **Guía de observación**

La guía de observación se realizó en el sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.

#### **4.2.5. Procesamiento de Datos y Análisis Estadístico**

Seguimos los siguientes pasos:

1. Identificación de valores de las variables.
2. Construir el Cuadro de matriz de contingencia.

3. Ingresar los datos de las variables.
4. Realizar las operaciones y determinar las formulas.
5. Aplicación de las formulas.
6. Organizar la prueba de hipótesis.
7. Aplicación de la prueba de Hipótesis.
8. Conclusiones.

#### **4.2.5.1. Análisis e interpretación de datos.**

El proceso seguido en el tratamiento de datos es el siguiente:

##### **Distribución porcentual de los datos en cuadros estadísticos:**

Se realizó una distribución de los datos en cuadros de distribución de frecuencias de doble entrada, los que sirven para determinar los porcentajes en cada una de las categorías establecidas en los Instrumentos de medición.

##### **Interpolación de gráficos:**

Se realizó una interpolación de los datos en gráficos de barras o histograma de frecuencias, los cuales son de mayor comprensión y sencillez para el entendimiento de la naturaleza de los resultados.

##### **Estadística Descriptiva:**

Se usaron las estadísticas, más conocidas para un mejor entendimiento de los resultados los cuales tienen las siguientes formulas:

**Media Aritmética:**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:  $\Sigma$  = Sumatoria de los datos a considerarse

$X_i$  = dato considerado

$n$  = número de datos a considerarse

**Coeficiente de Variación:** Nos permitirá medir el grado de variabilidad de los datos en porcentajes.

$$C.V. = \frac{S}{\bar{x}}(100)\%$$

Donde: C. V. = Coeficiente de variación.

$S$  = Desviación estándar de los datos

$\bar{X}$  = Media Aritmética de los datos

**Desviación estándar:** Haremos uso de la desviación estándar para medir la variabilidad promedio de las observaciones alrededor de la media aritmética. Mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$
 Desviación estándar muestral

**Estadística inferencial:**

La estadística inferencial usada en el presente trabajo de Investigación será:

**Análisis de Regresión Múltiple:**

El análisis de regresión múltiple es una técnica estadística que se usa para analizar la relación entre una única variable criterio (prácticas de riego en el

sistema) y varias variables independientes o predictores (conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento). Cuyo objetivo es usar las variables independientes con valores conocidos para predecir la única variable criterio. Al calcular las ponderaciones, el procedimiento del análisis de regresión asegura la máxima predicción a partir del conjunto de variables independientes. Estas ponderaciones facilitaron también la interpretación de la influencia de cada variable independiente en la realización de la predicción. El análisis de regresión múltiple se utilizara para diversos propósitos, los mismos que son:

- Predicción
- Explicación
- Especificación de la relación estadística.
- Selección de variables independientes.

#### 4.2.5.2. Contrastación de hipótesis:

1. **Hipótesis nula  $H_0$ :** La gestión de recursos hídricos no influye en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

**Hipótesis Alternativa  $H_a$ :** La gestión de recursos hídricos influye en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané – periodo 2012.

2. La prueba a emplear es la “F”, para el análisis de varios factores o

variables.

Si elegimos un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5% lo que significa de  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad son 7 y 45. El valor del cuadro estadística es:

$$F = F_{(7,45;0.95)} = 1.88$$

3. Realizamos la comparación respectiva, con la Cuadro de análisis de varianza. ANOVA (b)

	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	SST	k - 1	SST/(k - 1) = MST	MST/MSE	
Residual	SSE	n - k	SSE/(n - k) = MSE		
Total	SS Total	n - 1			

a Variables predictoras: conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento

b Variable dependiente: prácticas de riego

Siendo las formulas de la tabla ANOVA, las siguientes:

SS Total = Suma de cuadrados Total

$$SS \text{ total} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

Donde:

$\sum X^2$  = Suma de los valores X elevados al cuadrado

$(\sum X)^2$  = Es el cuadrado de la suma de los valores X

n = número total de observaciones

SST = Suma de cuadrados de Tratamientos



$$SST = \sum \left( \frac{T_c^2}{n_c} \right) - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

Donde:

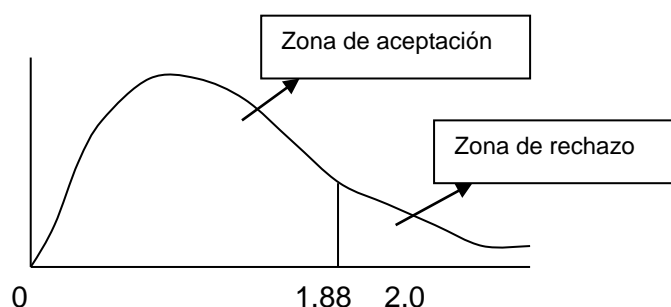
$T_c$  = Es el total de la columna para cada tratamiento.

$n_c$  = Es el número de observaciones (tamaño de la muestra) para cada tratamiento.

SSE = Suma de cuadrados del error: se determina por sustracción

$$SSE = SS \text{ total} - SST$$

Distribución F – Snedecor para establecer las regiones de rechazo y aceptación



### **Análisis de Hipótesis Independientes.**

La prueba t de Student es aquella técnica estadística que se utiliza para explicar la relación entre una variable independiente con otra variable dependiente. Se basa en el cálculo de estadísticos descriptivos previos: el número de observaciones, la media y la desviación típica de cada conjunto de datos. Con la ayuda del paquete estadístico SPSS, se obtiene el nivel de significancia para cada variable independiente, si el valor obtenido es menor a 0.05 se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula;

por el contrario si es mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la nula.

### **Coefficiente de Correlación:**

Se usará el coeficiente de Correlación  $r$  de Pearson para cuantificar la fuerza de la relación entre dos variables, (dependiente e Independiente) este toma valores comprendidos entre  $-1$  y  $+1$  pasando por  $0$

El  $-1$  comprende a una correlación negativa perfecta

El  $+1$  comprende a una correlación positiva perfecta

El  $r = 0$ , no existe ninguna correlación entre variable.

### FORMULA

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en dos partes. La primera expone las características productivas en el ámbito de la irrigación Nuevo progreso Solitario, referidas a la distribución de área de cultivo, el sistema de riego entre otros. Se desarrolla también el componente social, referidos a las características de los usuarios. En la segunda parte se presenta un análisis e interpretación de resultados que sustenten la evaluación de las hipótesis tanto específicas como la general, en el que se explica el nivel de conocimientos de los usuarios y la gestión del riego enfatizando los elementos de la planificación organización, dirección y control.

#### **3.2. Estadística descriptiva**

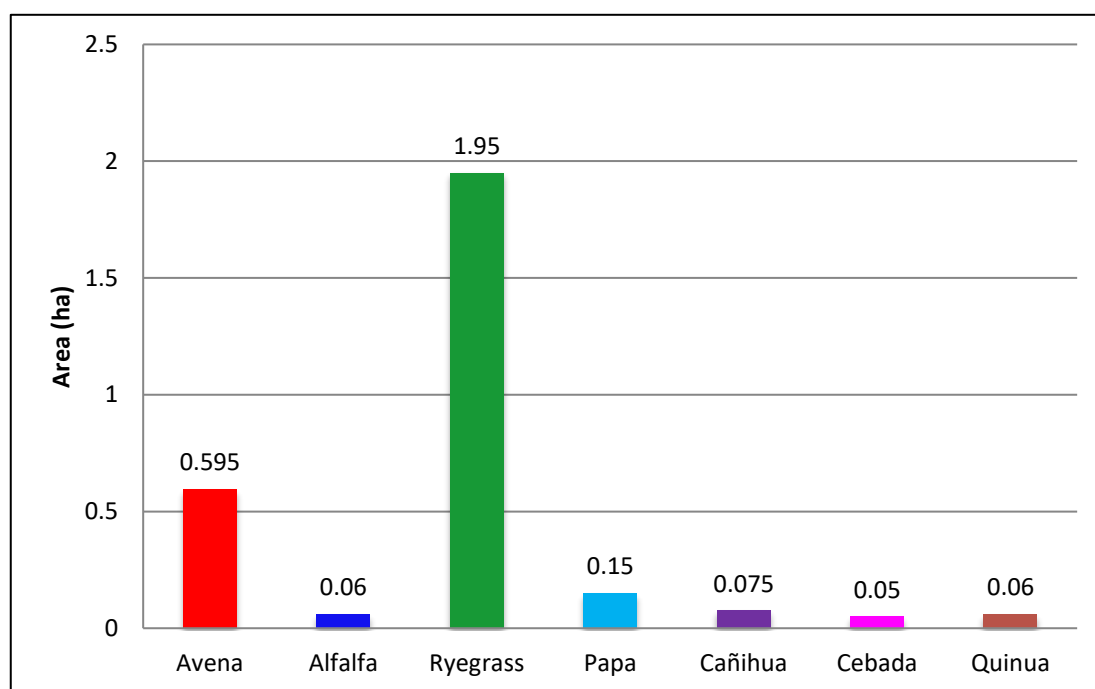
Una vez obtenido los datos requeridos, se procedió a la tabulación con el objeto de hacer el procesamiento necesario y poder obtener los cuadros estadísticos, en los cuales se configuraron las frecuencias absolutas y relativas, concluyéndose con el análisis e interpretación de información.

**CUADRO Nº 5.1**  
**SUPERFICIE SEMBRADA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS**

CULTIVOS	TOTAL (ha)	PORCENTAJE (%)
Avena	0,595	20,24
Alfalfa	0,06	2,04
Ryegrass	1,95	66,33
Papa	0,15	5,10
Cañihua	0,075	2,55
Cebada	0,05	1,70
Quinua	0,06	2,04
TOTAL	2,94	100,00

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

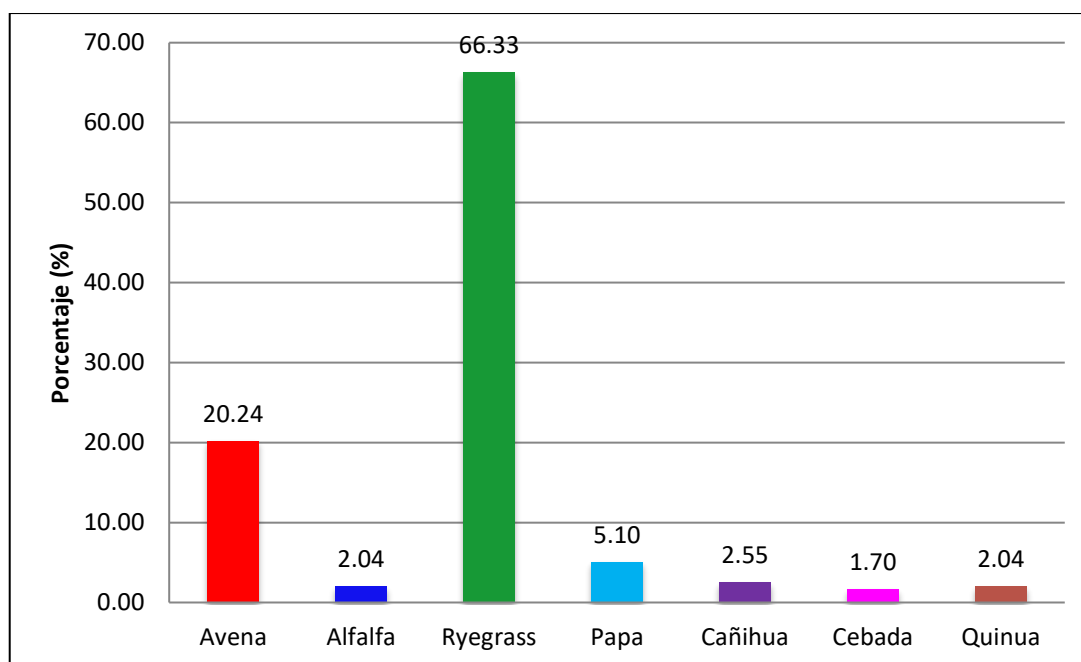
**GRAFICO Nº 5.1**  
**DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE CADA CULTIVO EN HECTÁREAS BAJO RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO Nº 5.2

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ÁREA DE CADA CULTIVO BAJO RIEGO



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

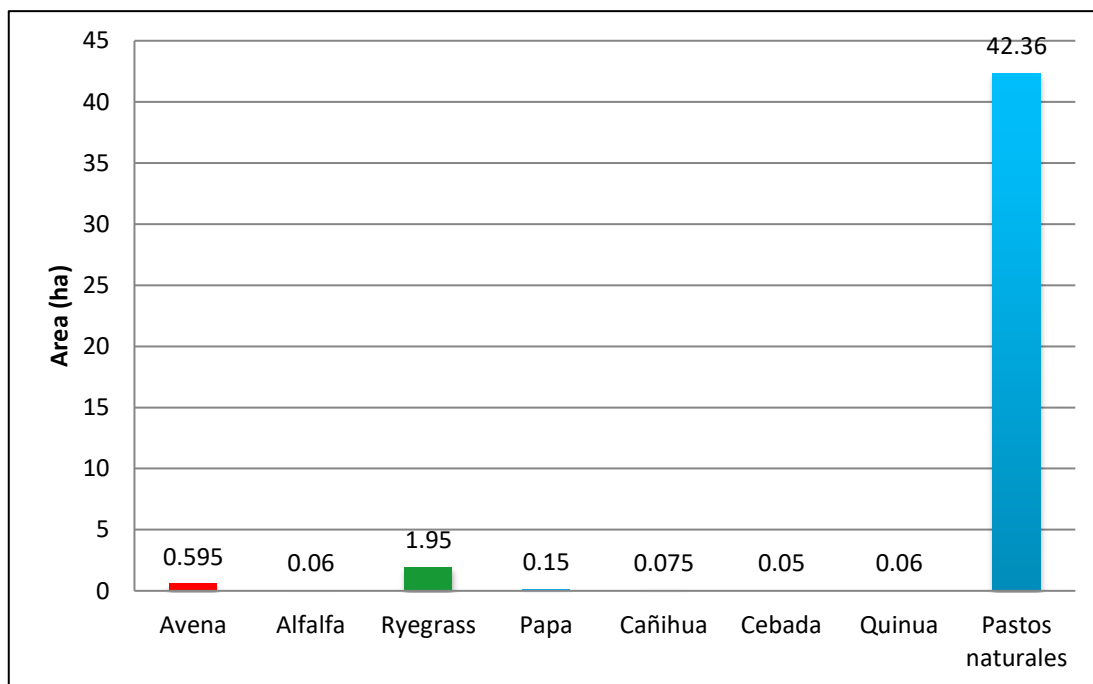
En el cuadro Nº 5.1, se observa que el área de cultivos bajo riego asciende aproximadamente a 2.905 hectáreas, de los cuales el ryegrass representa el 66.33% debido a que es cultivado en un área de 1.95 ha, avena el 20.24% con un área de 0.595 ha, papa el 5.10% con un de área de 0.15 ha, alfalfa el 2.04% con un área de 0.06 ha, cañihua el 2.55% con un área de 0.075 ha, quinoa el 2.04% con un área de 0.06 ha y la cebada el 1.70% y con un área de 0.05 ha.

**CUADRO Nº 5.2**  
**SUPERFICIE DE PASTOS NATURALES Y CULTIVADOS**

CULTIVOS Y PASTOS	TOTAL (ha)	PORCENTAJE (%)
Avena	0,595	1,31
Alfalfa	0,06	0,13
Ryegrass	1,95	4,31
Papa	0,15	0,33
Cañihua	0,075	0,17
Cebada	0,05	0,11
Quinua	0,06	0,13
Pastos naturales	42,36	93,51
<b>TOTAL</b>	<b>45,3</b>	<b>100,00</b>

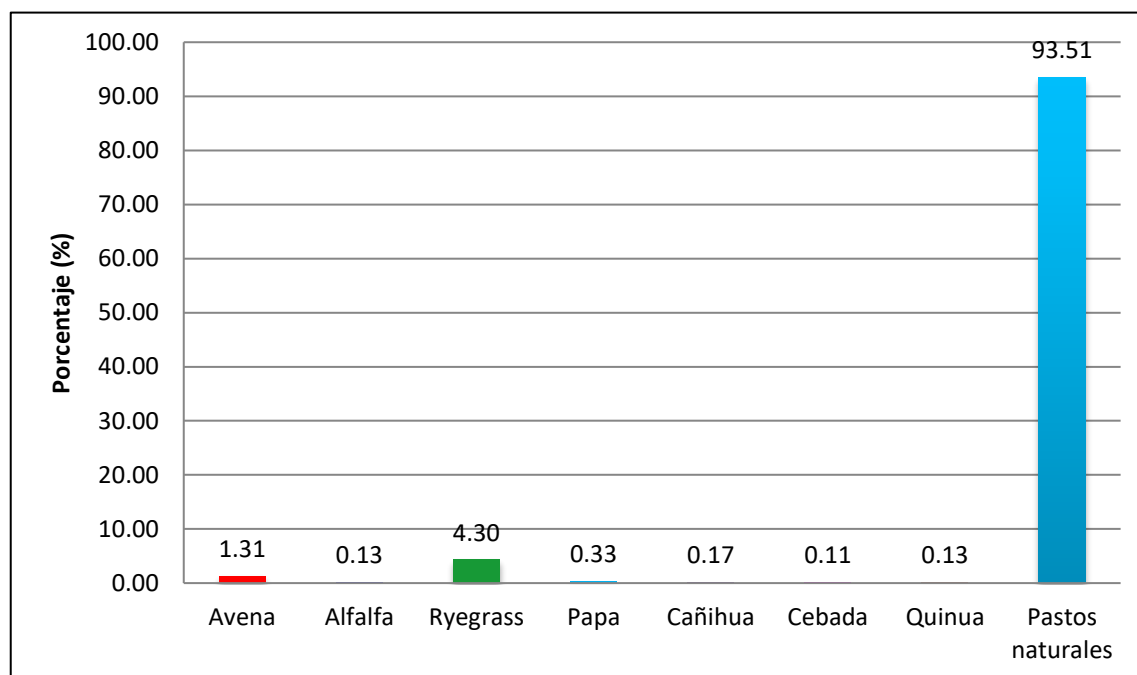
**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.3**  
**DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE CADA CULTIVO Y PASTOS EN HECTÁREAS**  
**BAJO RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.4**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL ÁREA DE CADA CULTIVO Y PASTOS**  
**BAJO RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

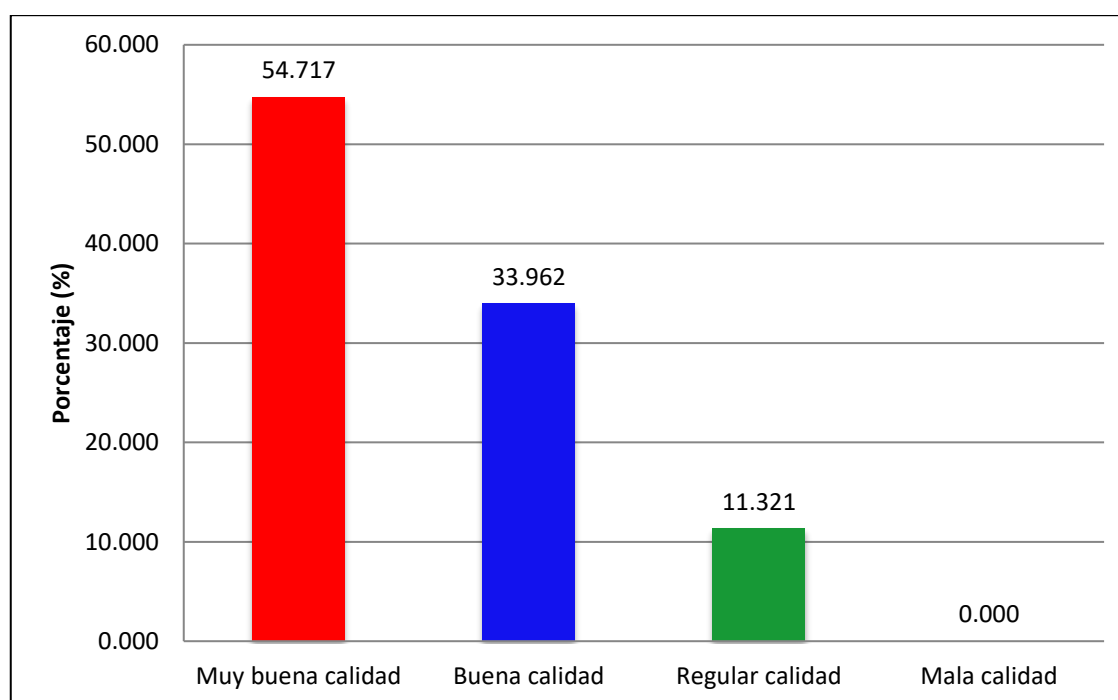
En el cuadro Nº 5.2, al interpretar las preguntas 1, 2 y 3 de la encuesta se observa que el área bajo riego tanto de cultivos y pastos naturales asciende aproximadamente a 45.30 ha, de los cuales los pastos naturales representan el 93.51% con un área de 42.36 ha, ryegrass el 4.31% con un área de 1.95 ha, avena el 1.31% con un área de 0.595 ha, papa el 0.33% con un de área de 0.15 ha, alfalfa el 0.13% con un área de 0.06 ha, cañihua el 0.17% con un área de 0.075 ha, quinua el 0.13% con un área de 0.06 ha y la cebada el 0.11% y con un área de 0.05 ha.

**CUADRO N° 5.3**  
**CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**

CALIDAD DE AGUA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Muy buena calidad	29	54,717
Buena calidad	18	33,962
Regular calidad	6	11,321
Mala calidad	0	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.5**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.3, se observa que el 54.717% de los usuarios considera que el agua es de muy buena calidad, 33.962% considera que es de buena calidad, 11.321% considera que el agua es de regular calidad, mientras que no hubo usuarios que dijeran que el agua es de mala calidad que representa el 0.00%

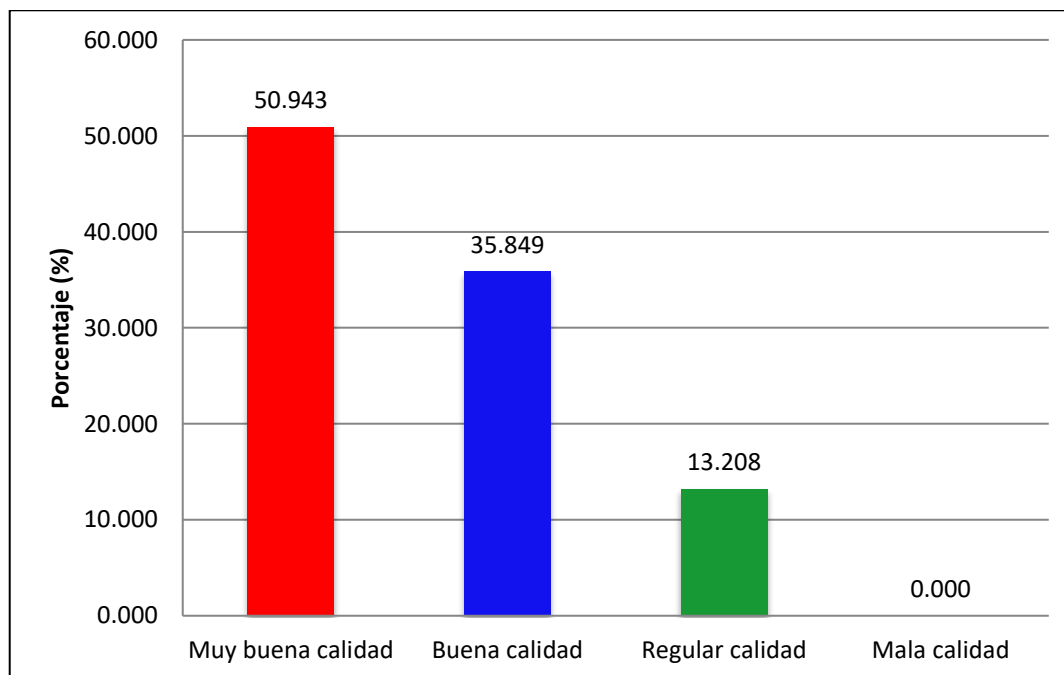


**CUADRO Nº 5.4**  
**CALIDAD DE LAS TIERRAS AGRÍCOLAS**

CALIDAD DE SUELO	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Muy buena calidad	27	50,943
Buena calidad	19	35,849
Regular calidad	7	13,208
Mala calidad	0	0,000
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.6**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA CALIDAD DE LAS TIERRAS AGRÍCOLAS**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

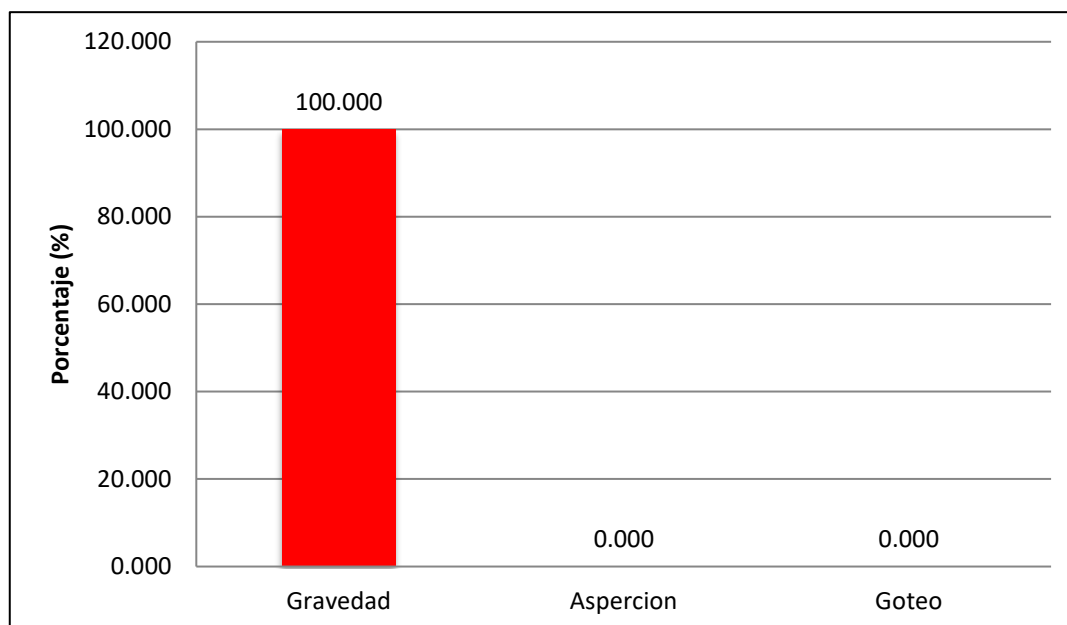
En el cuadro Nº 5.4, se observa que el 50.943% de los usuarios considera que el suelo es de muy buena calidad, 35.849% considera que es de buena calidad, 13.208% considera que el agua es de regular calidad, mientras que no hubo usuarios que dijeran que el suelo es de mala calidad que representa el 0.00%.

**CUADRO N° 5.5**  
**TIPO DE RIEGO DEL SISTEMA**

TIPO DE RIEGO	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Gravedad	53	100,000
Aspersión	0	0,000
Goteo	0	0,000
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.7**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE EL TIPO DE RIEGO DEL SISTEMA**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.5, se observa que el 100.000% de los usuarios utiliza el riego por gravedad.

**CUADRO N° 5.6**

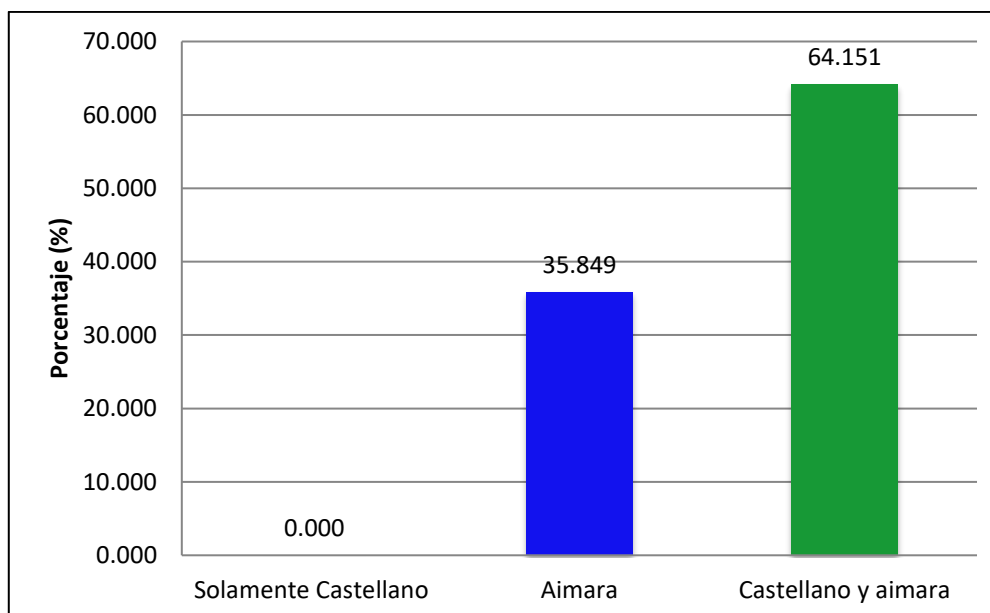
**IDIOMA QUE HABLAN LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO**

IDIOMA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Solamente Castellano	0	0,000
Aimara	19	35,849
Castellano y aimara	34	64,151
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.8**

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE EL IDIOMA QUE HABLAN LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

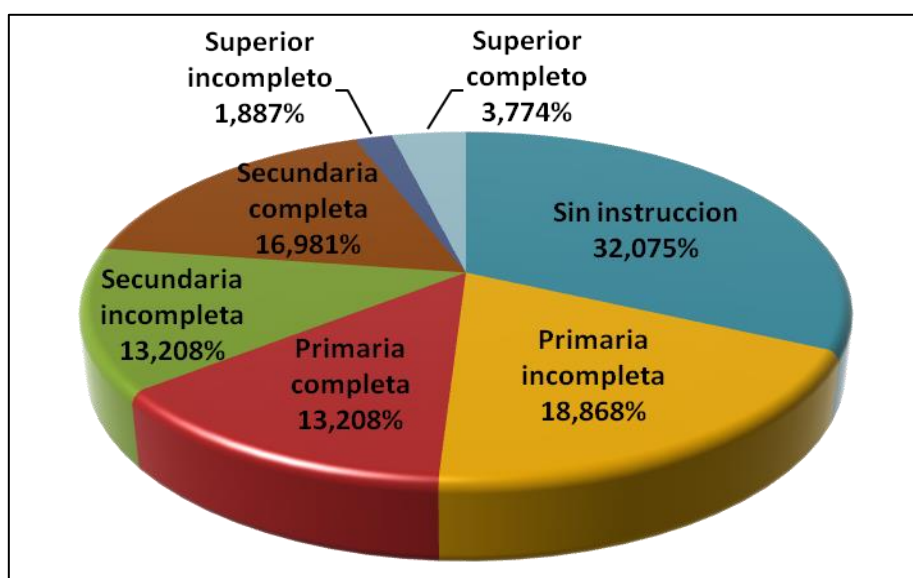
En el cuadro N° 5.6, se observa que el 64.151% de los usuarios tienen como idioma al castellano y aimara, el 35.849% solo el aimara, mientras que no se registro usuarios que tienen como idioma solo al castellano el cual representa el 0.000%.

**CUADRO Nº 5.7**  
**NIVEL EDUCATIVO DE LOS USUARIOS**

NIVEL EDUCATIVO	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Sin instrucción	17	32,075
Primaria incompleta	10	18,868
Primaria completa	7	13,208
Secundaria incompleta	7	13,208
Secundaria completa	9	16,981
Superior incompleto	1	1,887
Superior completo	2	3,774
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.9**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE EL NIVEL EDUCATIVO DE LOS USUARIOS DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

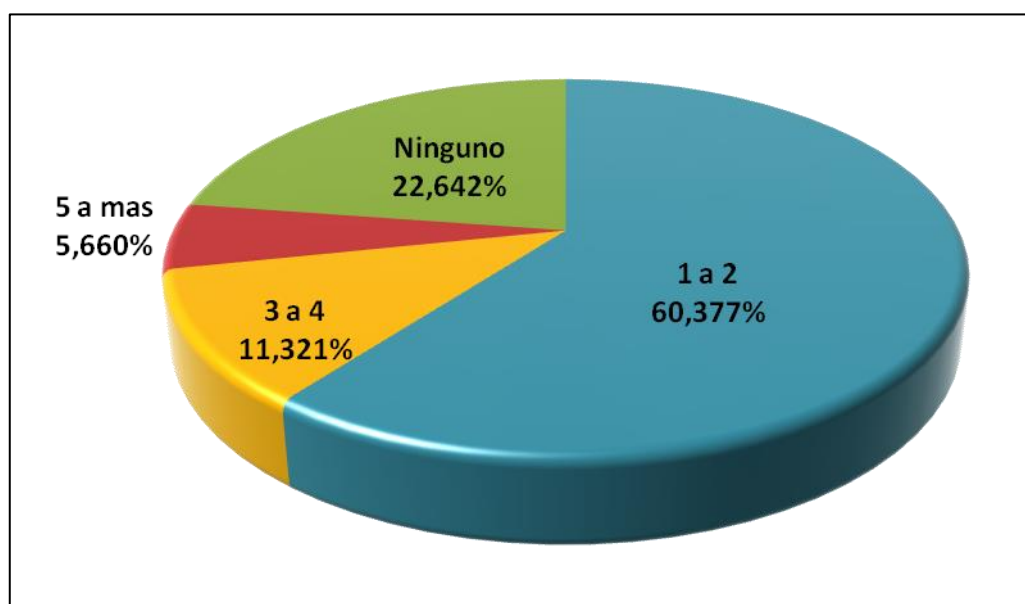
En el cuadro Nº 5.7, se observa que el 32.075% de los usuarios no tienen instrucción, el 18.868% con primaria incompleta, el 13.208% con primaria completa, el 13.208% con secundaria incompleta, el 16.981 con secundaria completa, el 1.887 con superior incompleto y el 3.774 con superior completo.

**CUADRO Nº 5.8**  
**EVENTOS DE ACTUALIZACIÓN DE LOS USUARIOS**

NUMERO DE EVENTOS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
1 a 2	32	60,377
3 a 4	6	11,321
5 a mas	3	5,660
Ninguno	12	22,642
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.10**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LOS EVENTOS DE ACTUALIZACIÓN DE LOS USUARIOS**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

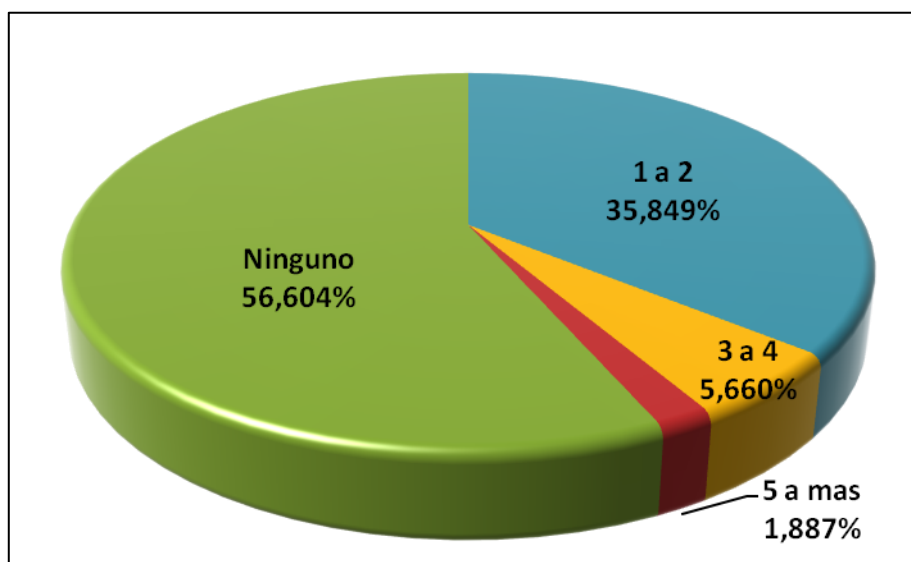
En el cuadro Nº 5.8, se observa que de los usuarios de riego que realizaron eventos de actualización, el 60.377% asistieron de 1 a 2 eventos de actualización, el 11.321% de 3 a 4 eventos, el 5.660% de 5 a más, mientras que el 22.642% no realizó ningún evento de actualización.

**CUADRO N° 5.9**  
**EVENTOS DE CAPACITACIÓN DE LOS USUARIOS**

NUMERO DE EVENTOS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
1 a 2	19	35,849
3 a 4	3	5,660
5 a mas	1	1,887
Ninguno	30	56,604
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.11**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LOS EVENTOS DE CAPACITACIÓN**  
**DE LOS USUARIOS**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

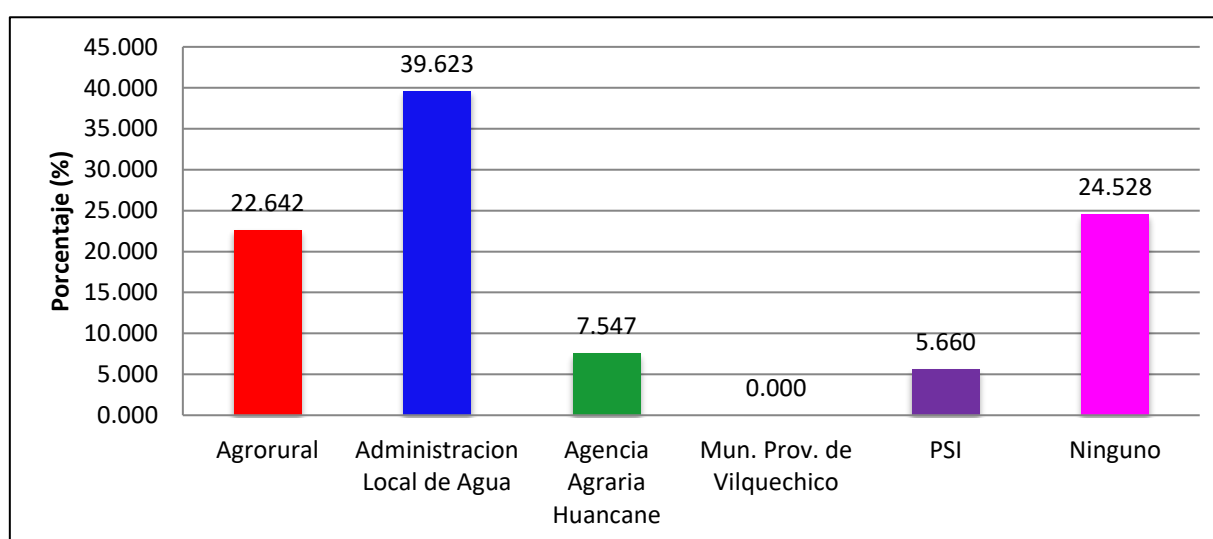
En el cuadro N° 5.9, se observa que de los usuarios de riego que realizaron eventos de capacitación, el 35.849% asistieron de 1 a 2 eventos de capacitación, el 5.660% de 3 a 4 eventos, el 1.887% de 5 a más, mientras que el 56.604% no realizó ningún evento de capacitación.

**CUADRO Nº 5.10**  
**INSTITUCIONES DE LOS QUE RECIBIERON ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE**  
**GESTIÓN Y PRÁCTICAS DE RIEGO**

<b>INSTITUCIONES</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Agrorural	12	22,642
Administración Local de Agua	21	39,623
Agencia Agraria Huancané	4	7,547
Mun. Prov. de Vilquechico	0	0,000
PSI	3	5,660
Ninguno	13	24,528
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.12**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE INSTITUCIONES DE LOS QUE**  
**RECIBIERON ASISTENCIA TÉCNICA SOBRE GESTIÓN Y PRÁCTICAS DE**  
**RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro Nº 5.10, se observa que a la pregunta de qué instituciones reciben asistencia técnica, las respuestas fueron que el 39.623% recibe asistencia técnica de la Administración Local de Agua – Huancané, el 22.642% de Agrorural, El 7.547% de la Agencia Agraria Huancané, el 5.660% del Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI), el 0.000% de la Municipalidad Provincial de Vilquechico, mientras que el 24.528% afirma que de ninguno.

**CUADRO Nº 5.11**

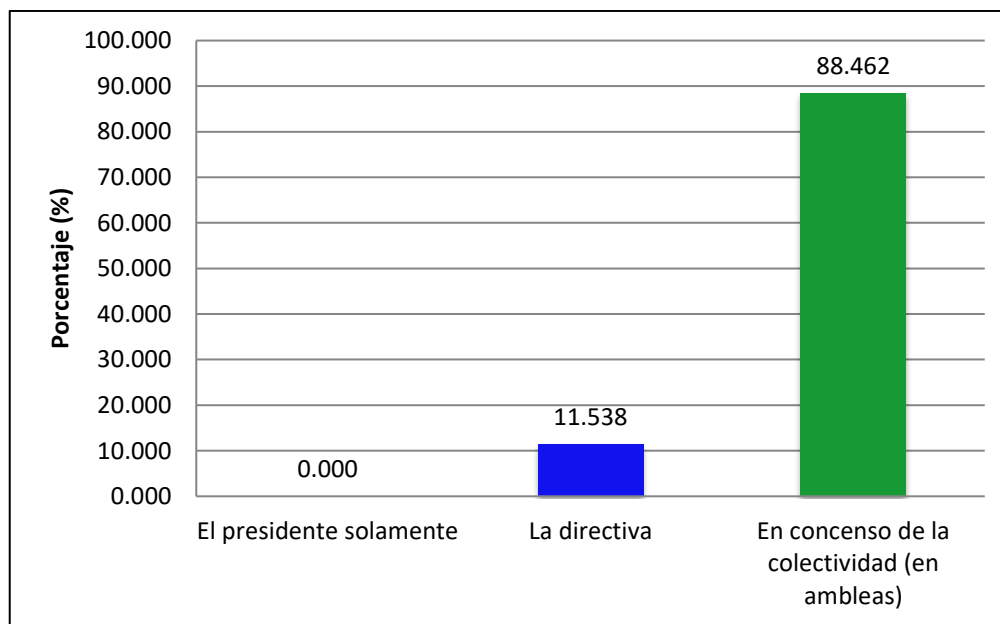
**QUIENES REALIZAN LA PLANIFICACIÓN EN EL COMITÉ DE USUARIOS**

PLANIFICACION	TOTAL	PORCENTAJE (%)
El presidente solamente	0	0,000
La directiva	6	11,538
En consenso de la colectividad (en asambleas)	46	88,462
TOTAL	52	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.13**

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE QUIENES REALIZAN LA PLANIFICACIÓN EN EL COMITÉ DE USUARIOS**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro Nº 5.11, se observa que el 88.462% de los encuestados dicen que la planificación se realiza en consenso de la colectividad (en asambleas), el 11.538% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%.

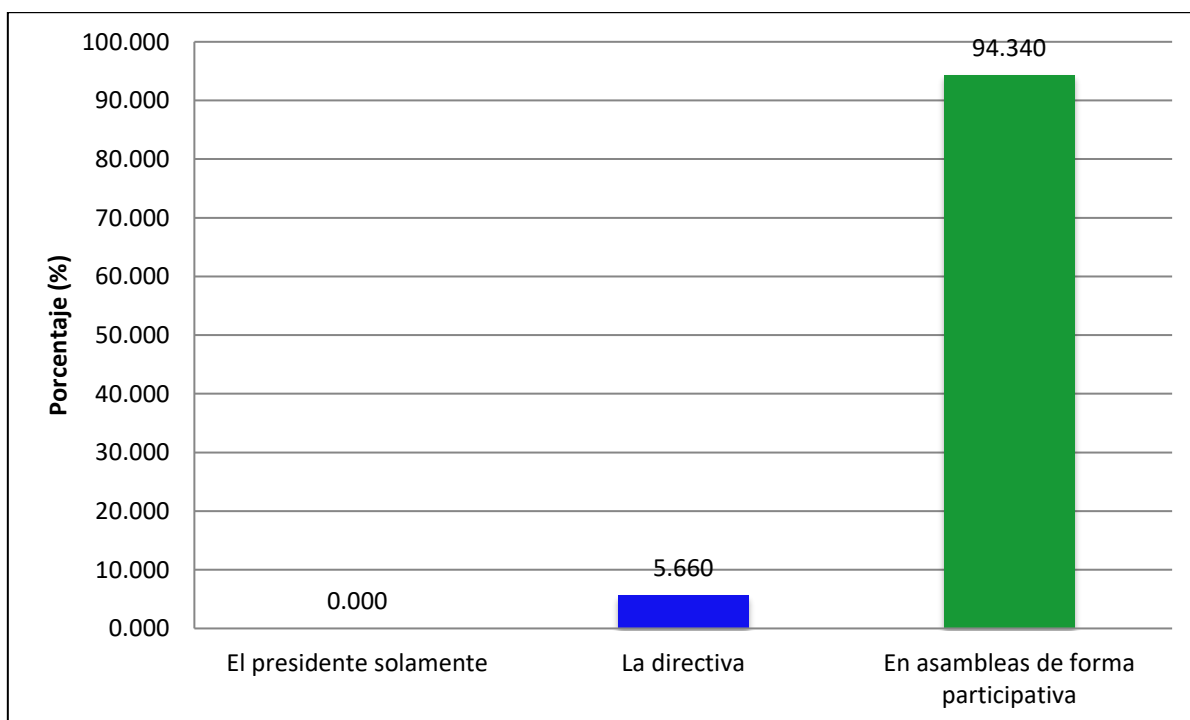


**CUADRO Nº 5.12**  
**FORMA DE LA TOMA DE DECISIONES EN LA PLANIFICACIÓN DE LOS USUARIOS**

TOMA DE DECISIÓN	TOTAL	PORCENTAJE (%)
El presidente solamente	0	0,000
La directiva	3	5,660
En asambleas de forma participativa	50	94,340
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.14**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA FORMA DE LA TOMA DE DECISIONES EN LA PLANIFICACIÓN DE LOS USUARIOS**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro Nº 5.12, se observa que el 94.340% de los encuestados afirman que la toma de decisiones en la planificación se realiza en asambleas de forma participativa, el 5.660% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%.

CUADRO Nº 5.13

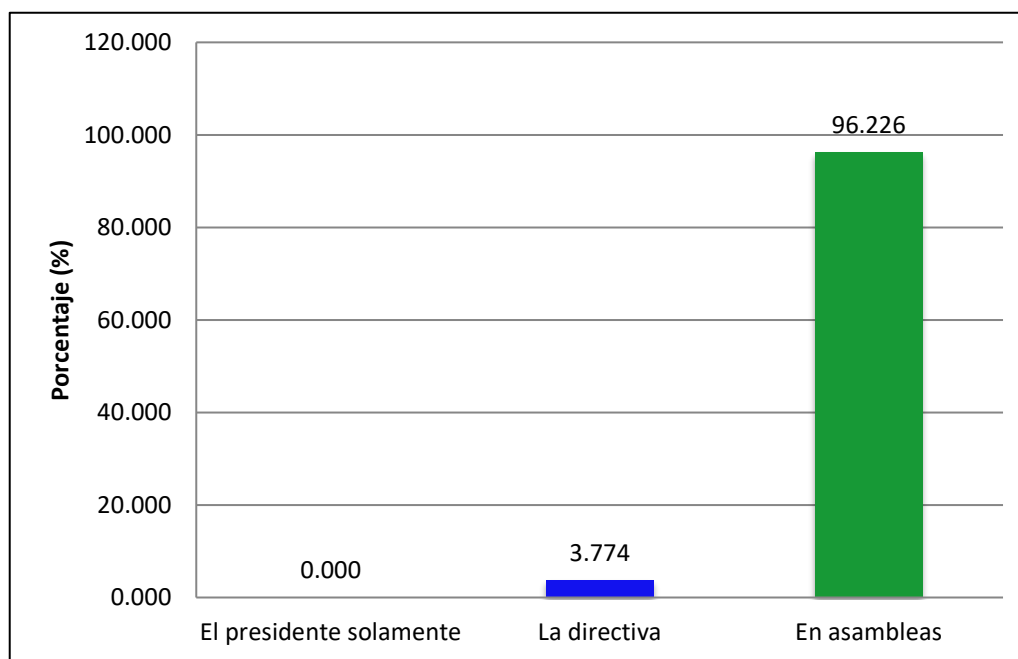
## FORMA DE LA TOMA DE DECISIONES DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN

TOMA DE DECISION	TOTAL	PORCENTAJE (%)
El presidente solamente	0	0,000
La directiva	2	3,774
En asambleas	51	96,226
TOTAL	53	100,000

Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO Nº 5.15

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA FORMA DE LA TOMA DE DECISIONES DENTRO DE LA ORGANIZACIÓN



Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

## ANÁLISIS

En el cuadro N°5.13, se observa que el 96.226% de los encuestados afirman que la toma de decisiones dentro de la organización se realiza en asambleas, el 3.774% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%.

CUADRO N° 5.14

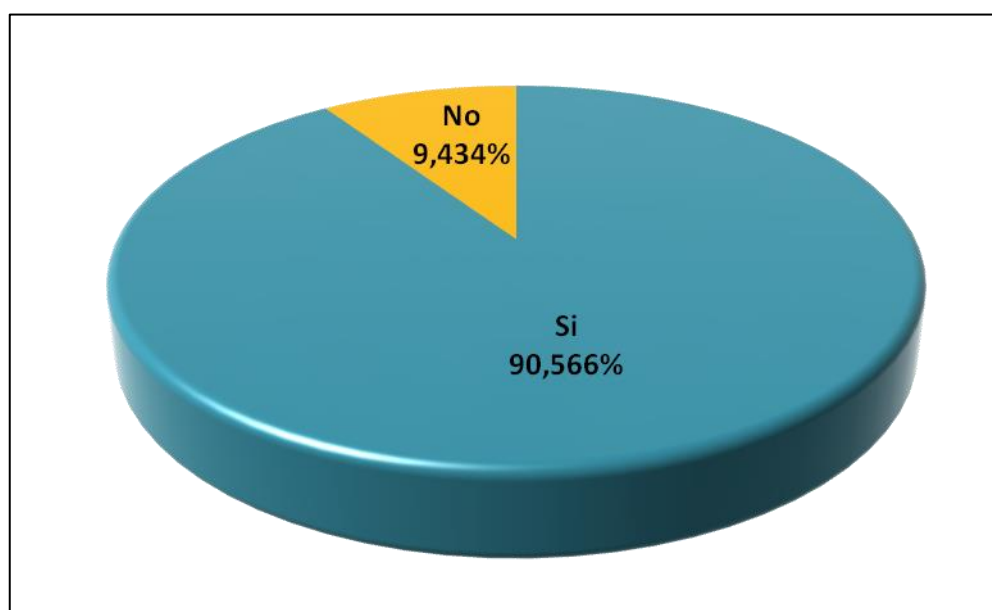
**LOGRA LA ORGANIZACIÓN CUMPLIR LAS TAREAS PROGRAMADAS EN EL  
TIEMPO Y PLAZO DETERMINADO**

TAREAS PROGRAMADAS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	48	90,566
No	5	9,434
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.16

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI LOGRA LA ORGANIZACIÓN  
CUMPLIR LAS TAREAS PROGRAMADAS EN EL TIEMPO Y PLAZO  
DETERMINADO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.14, se observa que el 90.566% de los encuestados afirma que si cumple la organización con las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado, mientras que el 9.434% considera que no logra cumplir.

CUADRO Nº 5.15

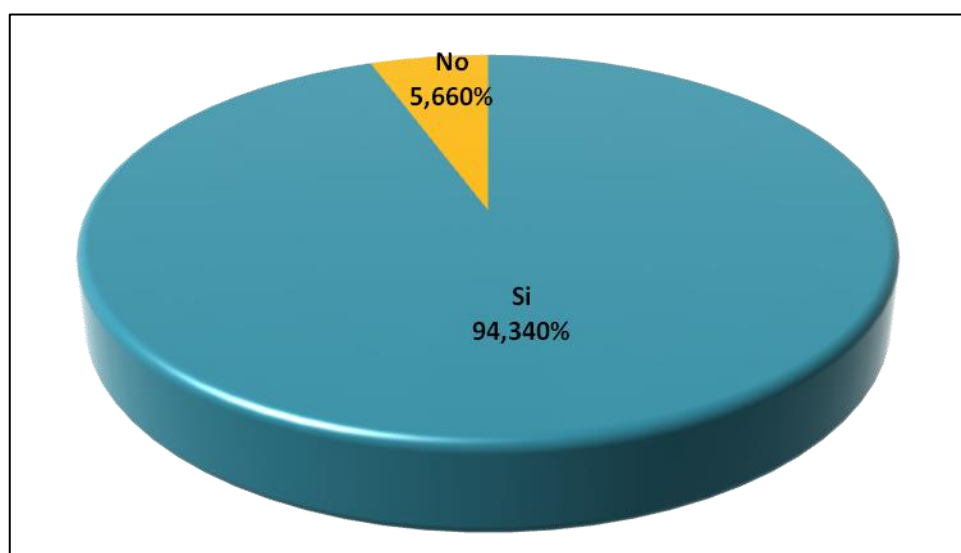
## LA TOMA DE DECISIONES ES ÁGIL Y OPORTUNA

TOMA DE DECISIONES	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	50	94,340
No	3	5,660
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO Nº 5.17

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA TOMA DE DECISIONES ES ÁGIL Y OPORTUNA



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro Nº 5.15, se observa que el 94.340% de los encuestados afirma que la toma de decisiones es ágil y oportuna, mientras que el 5.660% afirma que no.

CUADRO N° 5.16

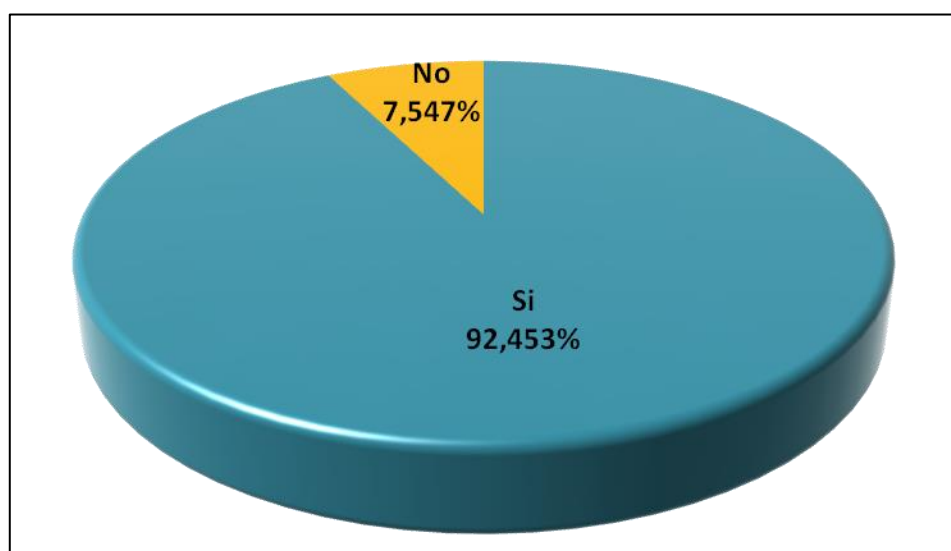
## EL PROCESO DE COORDINACIÓN ES EFECTIVO

COORDINACION EFECTIVA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	49	92,453
No	4	7,547
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.18

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI EL PROCESO DE COORDINACIÓN ES EFECTIVO



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro N° 5.16, se puede observar, que el 92.453% de los encuestados afirma que el proceso de coordinación es efectivo, mientras que el 7.547% dice lo contrario.

CUADRO N° 5.17

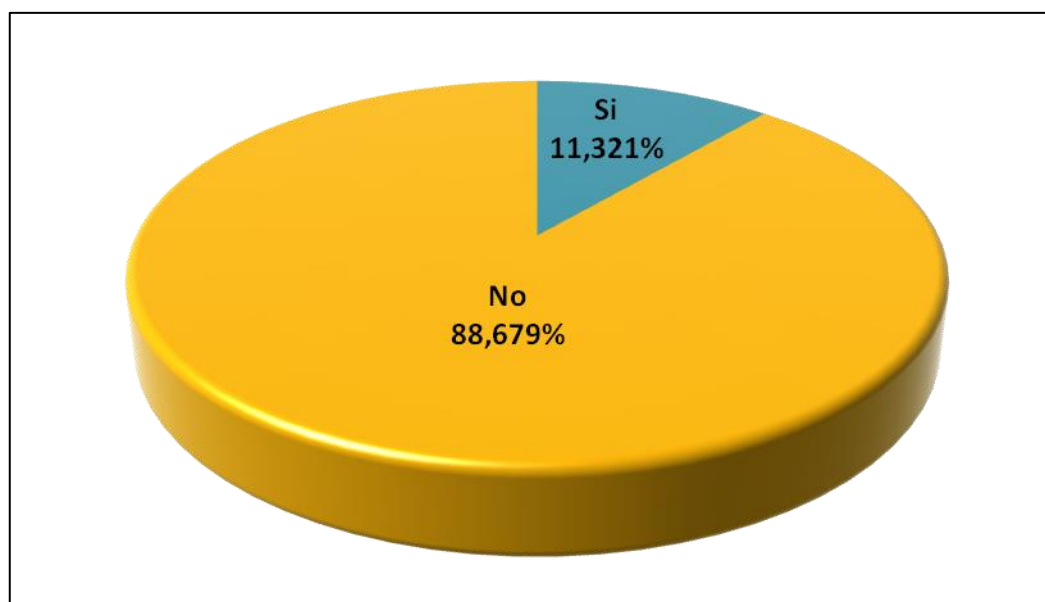
**SE HAN ESTABLECIDO NORMAS O CRITERIOS PARA MEDIR EL VOLUMEN  
DE AGUA ENTREGADO AL USUARIO**

SE MIDE EL VOLUMEN	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	6	11,321
No	47	88,679
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.19

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI SE HAN ESTABLECIDO NORMAS  
O CRITERIOS PARA MEDIR EL VOLUMEN DE AGUA ENTREGADO AL  
USUARIO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.17, se observa que el 88.679% de los encuestados afirma que no se han establecido normas o criterios para medir el volumen de agua entregado, mientras que el 11.321% afirma que si se establecieron normas y criterios la medir el volumen entregado de agua.

CUADRO N° 5.18

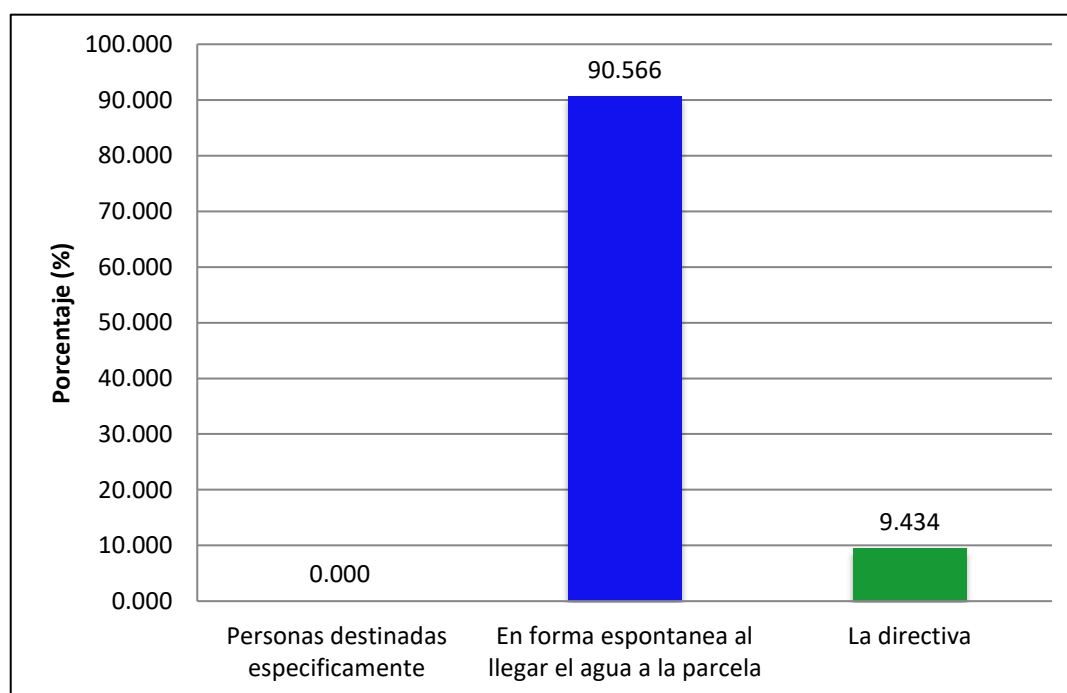
## FORMA DE CONTROL DE ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO

CONTROL DE ENTREGA DE AGUA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Personas destinadas específicamente	0	0,000
En forma espontanea al llegar el agua a la parcela	48	90,566
La directiva	5	9,434
TOTAL	53	100,000

Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.20

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA FORMA DE CONTROL DE ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO



Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

## ANÁLISIS

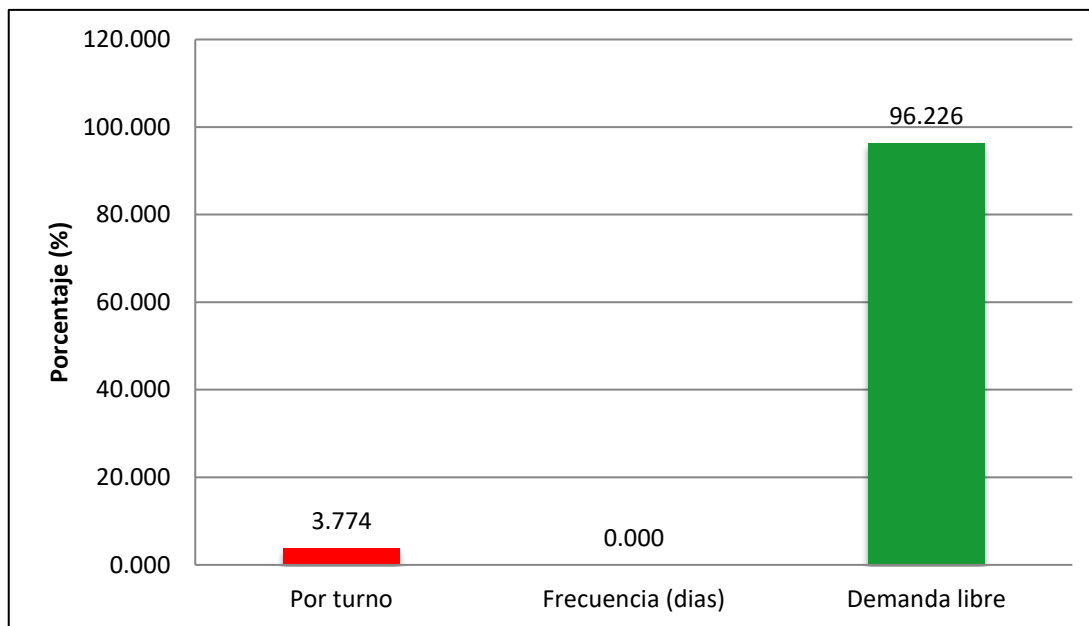
En el cuadro N° 5.18, se observa que el 90.566% de los encuestados afirma que el control de entrega de agua es en forma espontanea al llegar el agua a la parcela, el 9.434% afirma que el control lo realiza la directiva, mientras que personas destinadas específicamente para el control representa el 0.000%.

**CUADRO N° 5.19**  
**MODALIDAD DE ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO EN ÉPOCA DE AVENIDA**

MODALIDAD DE ENTREGA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Por turno	2	3,774
Frecuencia (días)	0	0,000
Demanda libre	51	96,226
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.21**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA MODALIDAD DE ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO EN ÉPOCA DE AVENIDA**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro N° 5.19, se observa que el 96.226% de los encuestados afirma que la modalidad de entrega de agua en épocas de avenida es ha demanda libre, el 3.774% que es por turnos, mientras la frecuencia (días) representa el 0.000%.



CUADRO N° 5.20

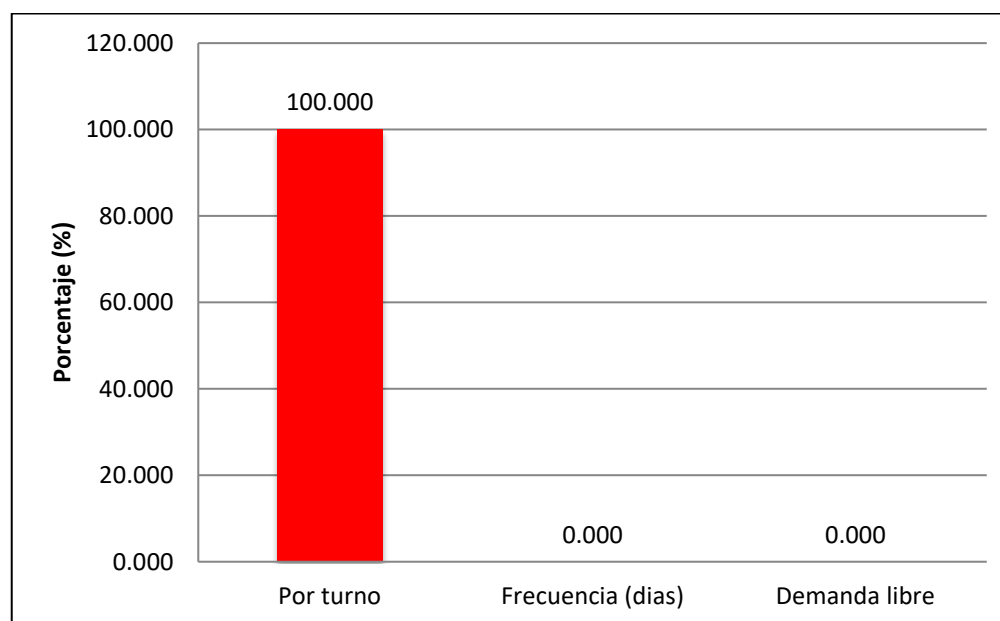
**MODALIDAD DE ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO EN ÉPOCA  
DE ESTIAJE**

<b>MODALIDAD DE ENTREGA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Por turno	53	100,000
Frecuencia (días)	0	0,000
Demanda libre	0	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.22

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE CUÁL ES LA MODALIDAD DE  
ENTREGA DE AGUA EN LA UNIDAD DE RIEGO SEGÚN LA ÉPOCA DE  
ESTIAJE**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.20, se observa que el 100.000% de los encuestados afirma que la modalidad de entrega de agua en épocas de estiaje es por turnos, mientras que el 0.000% representa a la frecuencia (días) y demanda libre.

CUADRO N° 5.21

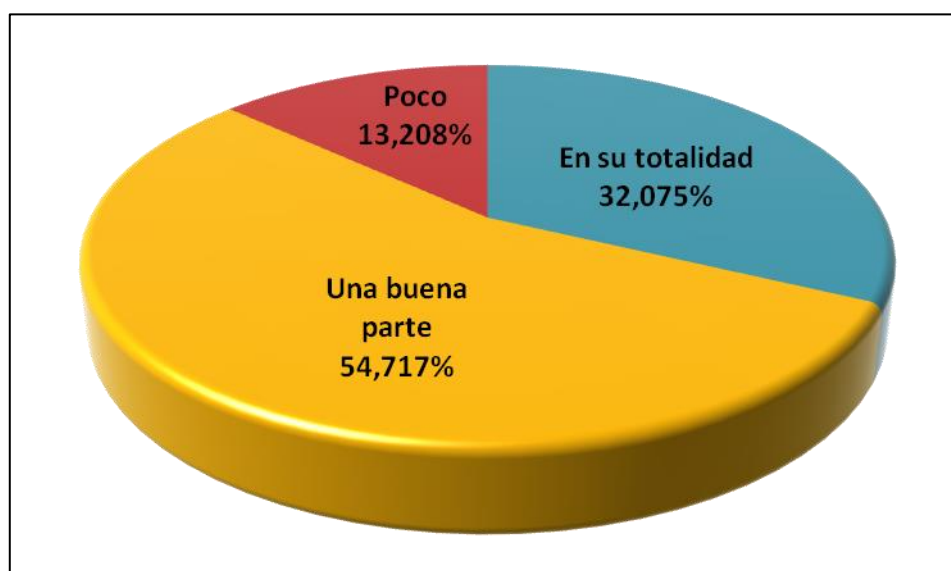
## PROPORCIÓN DE TERRENOS QUE LOGRA REGAR

PROPORCION DE TERRENO	TOTAL	PORCENTAJE (%)
En su totalidad	17	32,075
Una buena parte	29	54,717
Poco	7	13,208
TOTAL	53	100,000

Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.23

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE LA PROPORCIÓN DE TERRENOS QUE LOGRA REGAR



Fuente: Encuesta aplicadas en Dic. 2012

## ANÁLISIS

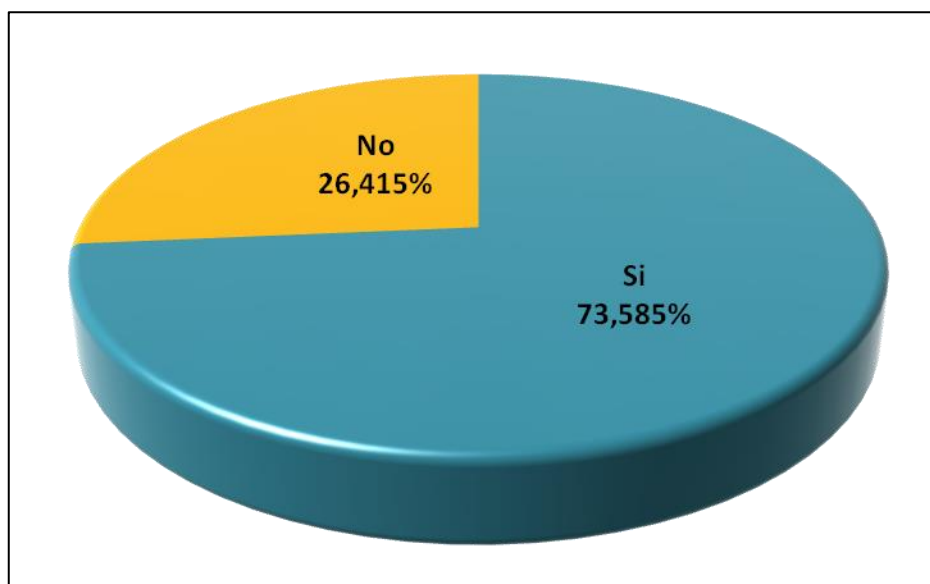
En el cuadro N° 5.21, se observa que el 32.075% de los encuestados afirma que logra regar la totalidad de sus parcelas, el 54.7171% logra regar una buena parte, mientras que el 13.208% logra regar un poco parte de sus parcelas.

**CUADRO N° 5.22**  
**EXISTEN CONFLICTOS RESPECTO A LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO**

EXISTE CONFLICTOS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	39	73,585
No	14	26,415
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.24**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI EXISTEN CONFLICTOS RESPECTO A LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro N° 5.22, se observa que el 73.585% de los encuestados afirma que existen conflictos respecto a la distribución del agua, mientras que el 26.415% afirma que no existen conflictos.

**CUADRO N° 5.23**

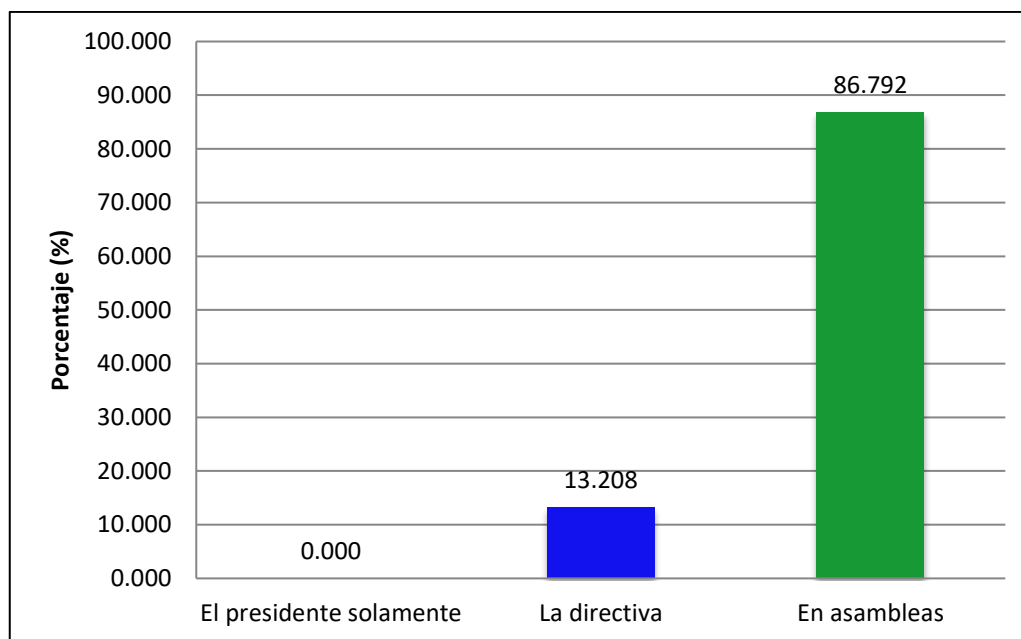
**CÓMO RESUELVE LA DIRIGENCIA DE LA ORGANIZACIÓN LOS CONFLICTOS ENTRE USUARIOS O CON OTRAS ORGANIZACIONES CAMPESINAS O ENTIDADES**

SOLUCION DE CONFLICTOS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
El presidente solamente	0	0,000
La directiva	7	13,208
En asambleas	46	86,792
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.25**

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE CÓMO RESUELVE LA DIRIGENCIA DE LA ORGANIZACIÓN LOS CONFLICTOS ENTRE USUARIOS O CON OTRAS ORGANIZACIONES CAMPESINAS O ENTIDADES**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

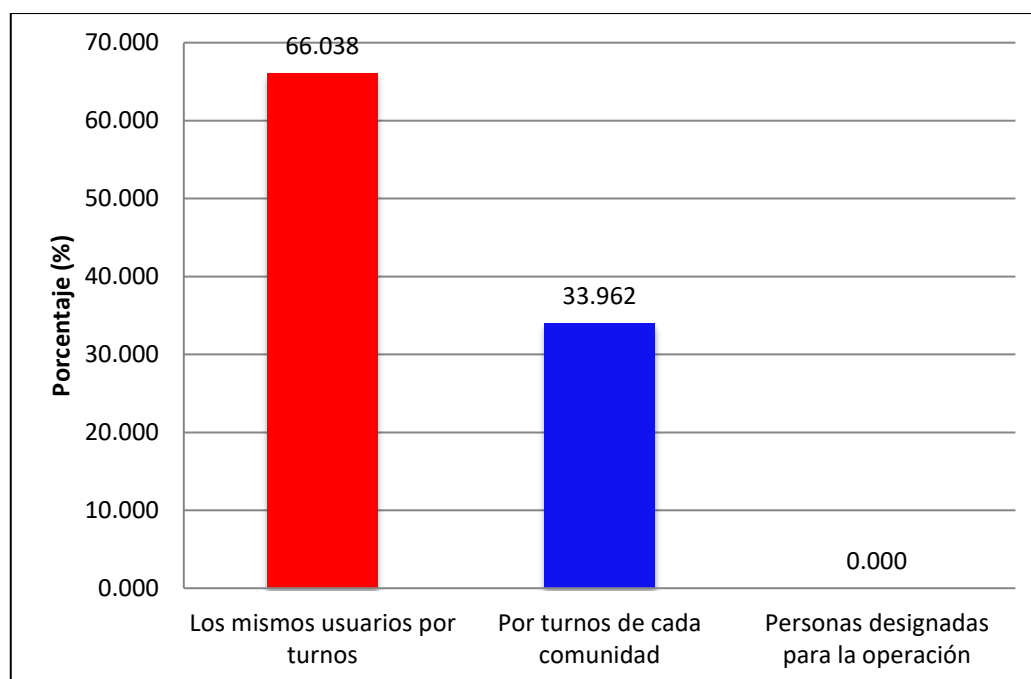
En el cuadro N° 5.23, se observa que el 86.792% de los encuestados afirma que los conflictos generados entre usuarios son resueltos en asambleas, el 13.208% por la directiva, mientras que por el presidente solamente representa el 0.000%.

**CUADRO N° 5.24**  
**OPERACIÓN EL SISTEMA DE RIEGO**

OPERACIÓN DEL SISTEMA	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Los mismos usuarios por turnos	35	66,038
Por turnos de cada comunidad	18	33,962
Personas designadas para la operación	0	0,000
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.26**  
**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE QUIÉNES OPERAN EL SISTEMA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.24, se observa que el 66.038% de los encuestados afirma que la operación del sistema lo realizan los mismos usuarios por turnos, el 33.962% de los encuestados afirma que la operación del sistema se realiza por turnos de cada comunidad.

**CUADRO N° 5.25**

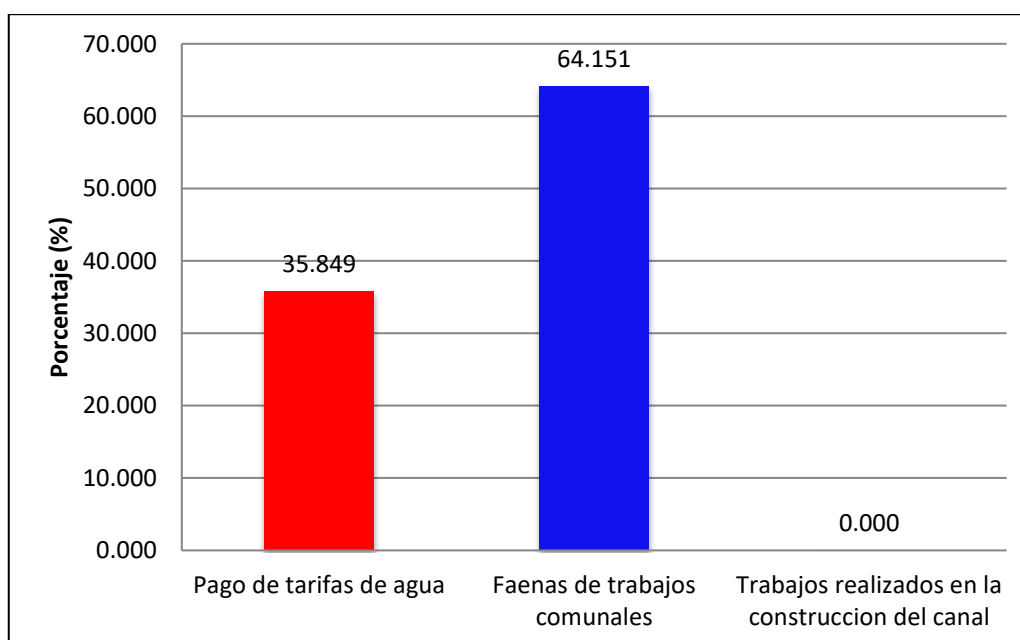
**COMO SE MANTIENEN LOS DERECHOS DE AGUA**

<b>DERECHOS DE AGUA</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Pago de tarifas de agua	19	35,849
Faenas de trabajos comunales	34	64,151
Trabajos realizados en la construcción del canal	0	0,000
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**GRAFICO N° 5.27**

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE CÓMO SE MANTIENEN LOS DERECHOS DE AGUA**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

**ANÁLISIS**

En el cuadro N° 5.25, se observa que el 64.151% de los encuestados considera que las faenas de trabajos comunales son los que mantienen los derechos de agua, el 35.849 de los encuestados considera que el pago puntual de las tarifas de agua son los que mantienen el derecho de agua, mientras que la alternativa de trabajos realizados en la construcción del canal representa el 0.000%.

CUADRO N° 5.26

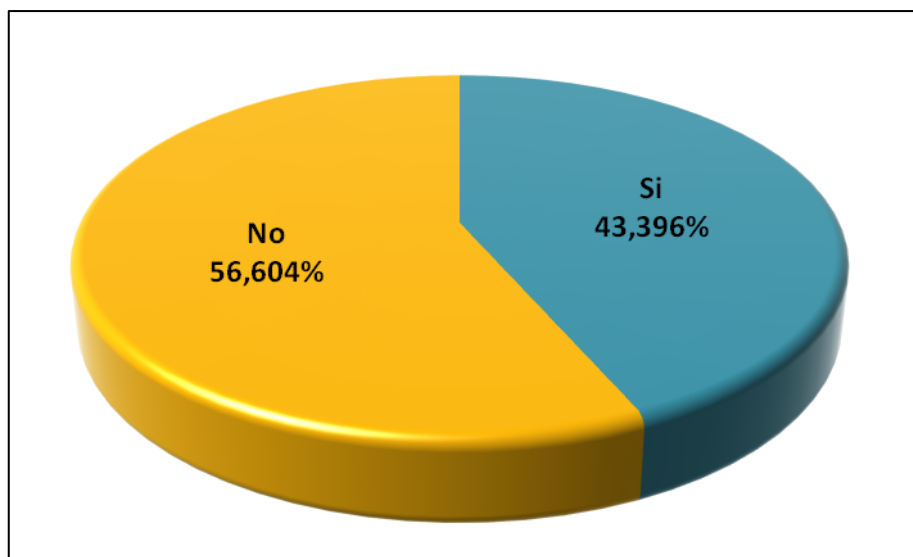
**EXISTEN NORMAS Y REGLAS ESTABLECIDAS PARA EL MANTENIMIENTO  
DEL SISTEMA DE RIEGO**

<b>NORMAS Y REGLAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
Si	23	43,396
No	30	56,604
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100,000</b>

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.28

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI EXISTEN NORMAS Y REGLAS  
ESTABLECIDAS PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### **ANÁLISIS**

En el cuadro N° 5.26, se puede observar que el 43.396% de los encuestados afirma que si existen normas y reglas establecidas para el mantenimiento del sistema de riego y el 56.604 afirma que no existen normas y reglas establecidas para el mantenimiento del sistema de riego.

CUADRO N° 5.27

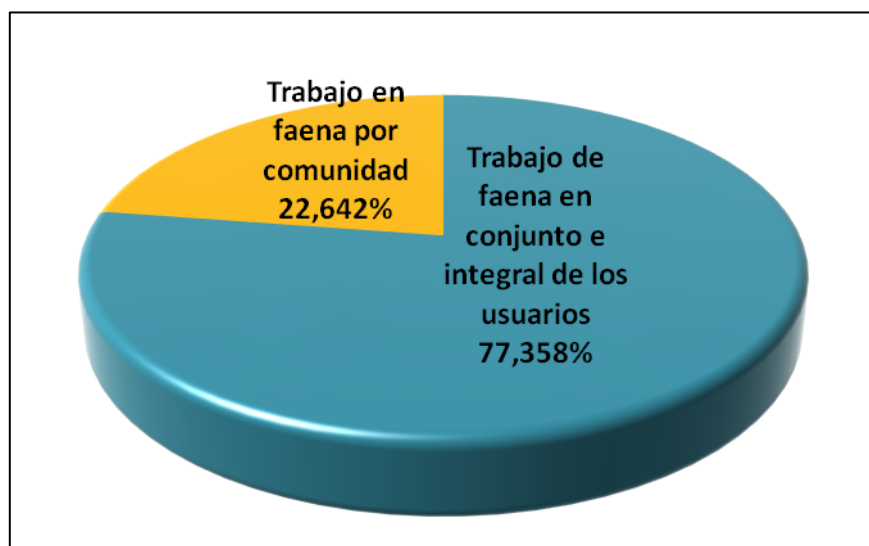
## FORMAS DE TRABAJO DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO

FORMAS DE TRABAJO	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Trabajo de faena en conjunto e integral de los usuarios	41	77,358
Trabajo en faena por comunidad	12	22,642
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.29

## DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE FORMAS DE TRABAJO DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

## ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.27, se puede observar que el 77.358% de los encuestados afirma que los trabajos se realizan en faenas conjuntas e integrales de los usuarios, mientras que el 22.642% afirma que los trabajos son en faenas por comunidad.



CUADRO N° 5.28

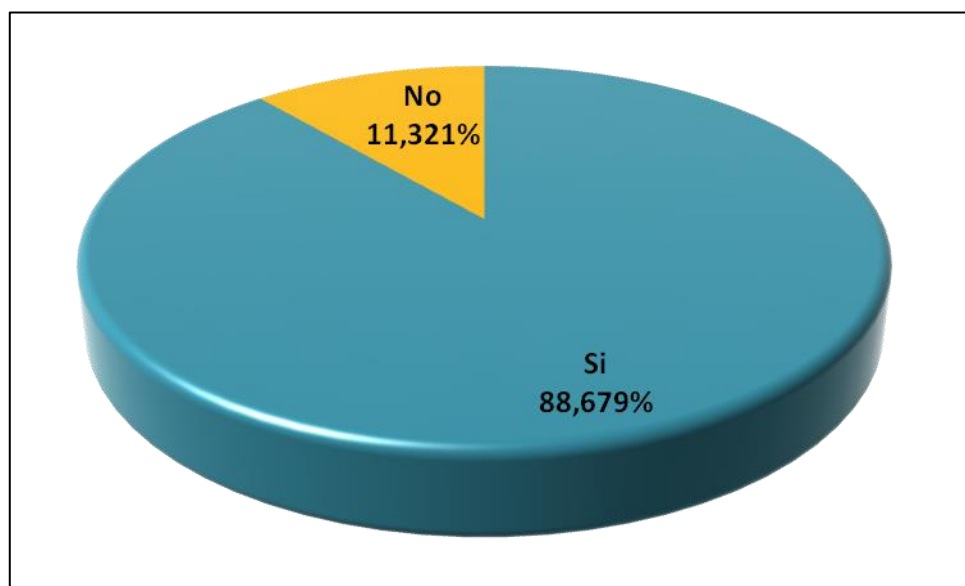
**LOGRA LA DIRIGENCIA DE LA ORGANIZACIÓN REALIZAR EN TIEMPO OPORTUNO LOS MANTENIMIENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RIEGO**

LOGRO DE METAS	TOTAL	PORCENTAJE (%)
Si	47	88,679
No	6	11,321
TOTAL	53	100,000

**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

GRAFICO N° 5.30

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE SI LOGRA LA DIRIGENCIA DE LA ORGANIZACIÓN REALIZAR EN TIEMPO OPORTUNO LOS MANTENIMIENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RIEGO**



**Fuente:** Encuesta aplicadas en Dic. 2012

### ANÁLISIS

En el cuadro N° 5.28, se puede observar que el 88.679% de los encuestados considera que la dirigencia de la organización logra realizar en tiempo oportuno los mantenimientos necesarios y arreglos en la infraestructura de riego, mientras que el 11.321% considera lo contrario.

**Practicas de riego.**

**CUADRO Nº 5.29**

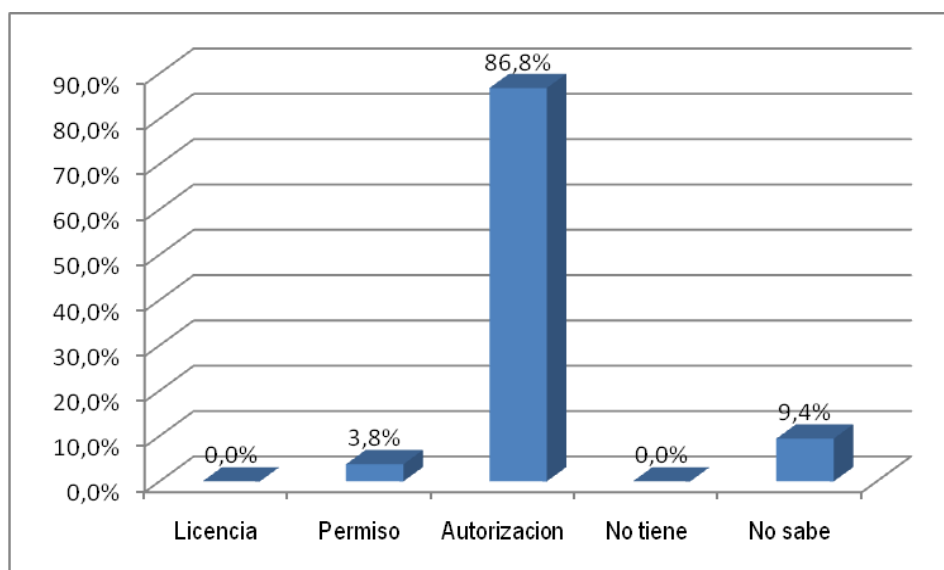
**EL DERECHO DE USO DEL AGUA ES MEDIANTE LICENCIA, PERMISO O AUTORIZACIÓN**

USO LEGAL DEL AGUA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Licencia	0	0,0%
Permiso	2	3,8%
Autorización	46	86,8%
No tiene	0	0,0%
No sabe	5	9,4%
TOTAL	53	100,0%

**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.31**

**DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL SOBRE EL DERECHO DE USO DEL AGUA ES MEDIANTE LICENCIA, PERMISO O AUTORIZACIÓN**



**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**ANÁLISIS**

Actualmente el comité de usuarios cuenta con una autorización de uso de agua otorgado por la Administración Local de Agua – Huancané, el cual en los años anteriores ha sido renovado constantemente, a la fecha la directiva del comité de usuarios viene realizando las gestiones correspondientes para la obtención de la licencia de de uso de agua con fines agrarios.

**CUADRO Nº 5.30**

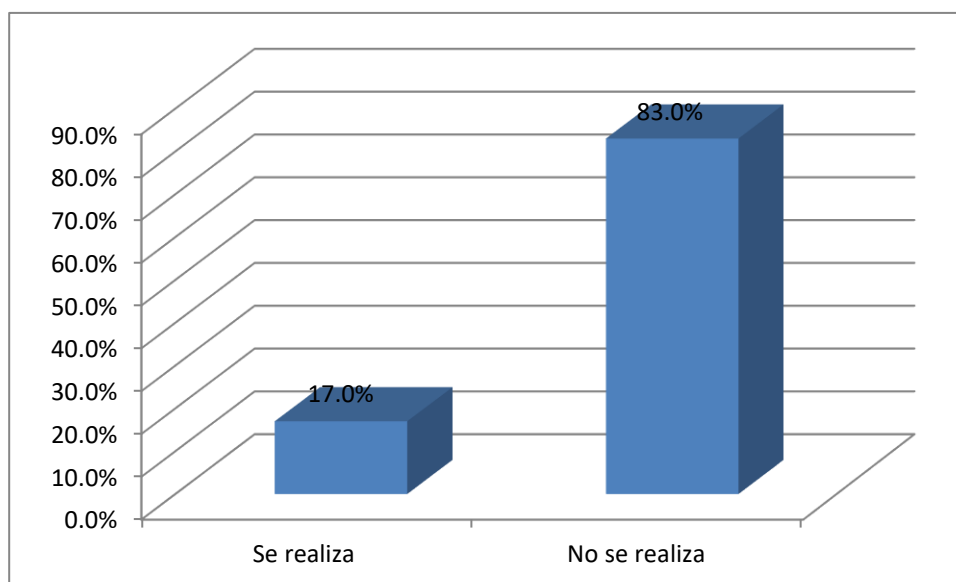
**NECESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS**

Calculo de necesidad de agua para los cultivos	Frecuencia	Porcentaje
Se realiza	9	17,0%
No se realiza	44	83,0%
TOTAL	53	100,0%

**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.32**

**NECESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS**



**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**ANÁLISIS**

El cálculo de las necesidades de agua para los cultivos no se realiza, en vista que no se cuenta con la capacitación técnica, por otro la gran demanda de agua es para el riego de patos naturales, el cual se realizan sin considerar las necesidades de agua que requiere, aplicándose el agua en el turno de riego que dispone cada usuario y con la expectativa de regar todo el área que tiene.

CUADRO Nº 5.31

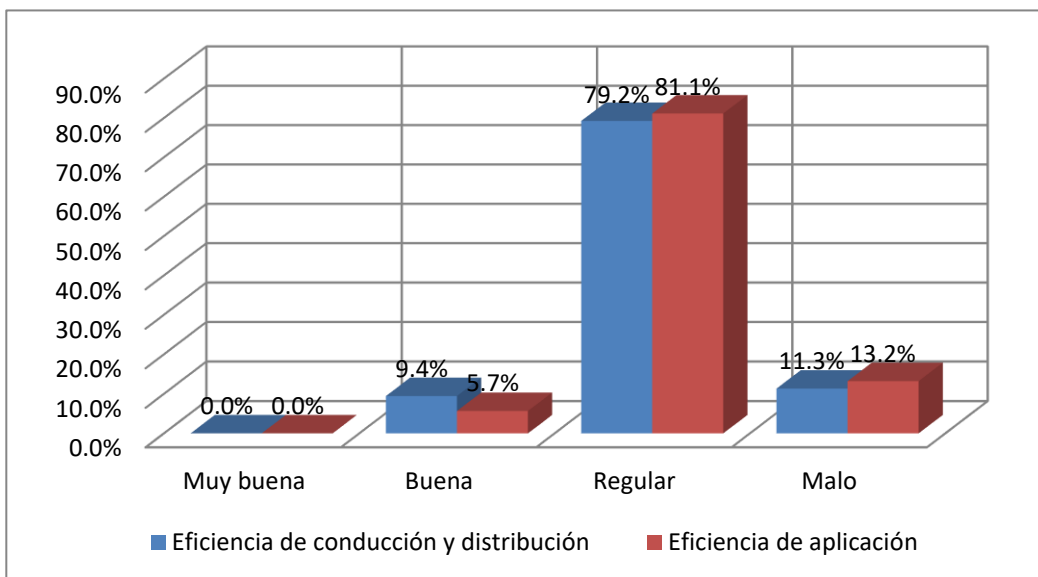
NECESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS

EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN Y APLICACIÓN	Eficiencia de conducción y distribución		Eficiencia de aplicación	
	Fr.	Porcentaje	Fr.	Porcentaje
Muy buena	0	0,0%	0	0,0%
Buena	5	9,4%	3	5,7%
Regular	42	79,2%	43	81,1%
Malo	6	11,3%	7	13,2%
TOTAL	53	100,0%	53	100,0%

Fuente: Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

GRAFICO Nº 5.33

NESESIDAD DE AGUA DE LOS CULTIVOS



Fuente: Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

ANÁLISIS

La eficiencia de conducción y distribución es regular ya que en muchos tramos del canal se puede apreciar la pérdida del agua por filtraciones debido al deterioro del canal, falta de resanes y revestimientos. Así también la eficiencia de aplicación es regular en vista que el método de riego aplicado es por inundación, y a la vez en muchos casos el agua no llega a regar en la totalidad de las parcelas.

CUADRO Nº 5.32

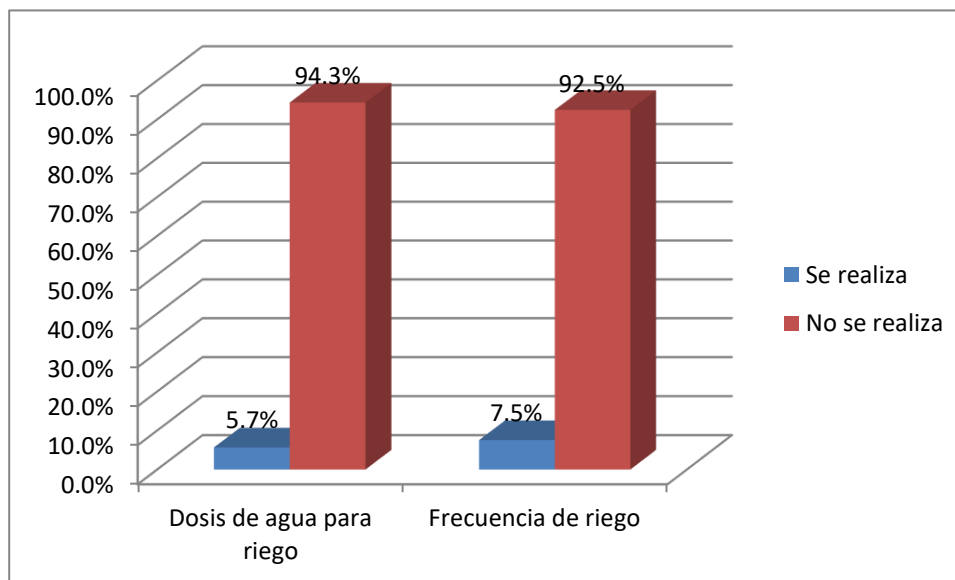
DOSIS DE RIEGO EN LOS CULTIVOS

DOSIS DE RIEGO	Dosis de agua para riego		Frecuencia de riego	
	Fr.	Porcentaje	Fr.	Porcentaje
Se realiza	3	5,7%	4	7,5%
No se realiza	50	94,3%	49	92,5%
TOTAL	53	100,0%	53	100,0%

Fuente: Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

GRAFICO Nº 5.34

DOSIS DE RIEGO EN LOS CULTIVOS



Fuente: Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

ANÁLISIS

El cálculo de la dosis de riego no se realiza, la cantidad de agua que se aplica en cada riego es de acuerdo al derecho con que cuentan cada usuario administrados en turnos de riego sin considerar que cantidad de agua es la que realmente requiere cada cultivo y los pastos naturales.

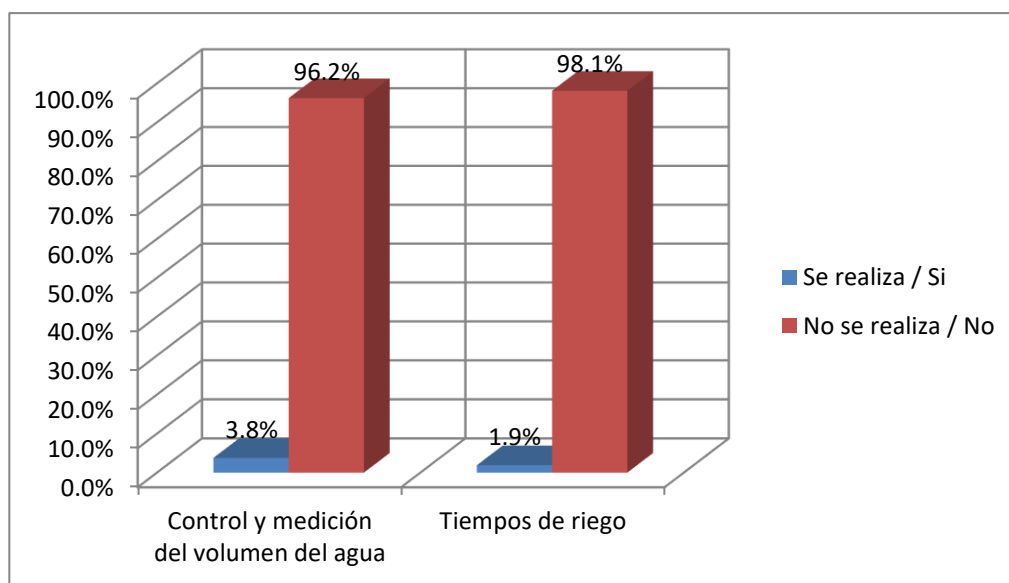
La frecuencia de riego no está de acuerdo a los cálculos de ingeniería, más bien estos están definidos de acuerdo a los turnos programados por cada comunidad, administrados de forma que cada comunidad riega una semana los cuales van rotando entre las cinco que conforman el comité usuarios.

**CUADRO Nº 5.33**  
**CONTROL DE REPARTO DEL AGUA**

CONTROL DE REPARTO DE AGUA	Control y medición del volumen del agua		Tiempos de riego	
	Fr.	Porcentaje	Fr.	Porcentaje
Se realiza / Si	2	3,8%	1	1,9%
No se realiza / No	51	96,2%	52	98,1%
TOTAL	53	100,0%	53	100,0%

**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**GRAFICO Nº 5.35**  
**CONTROL DE REPARTO DEL AGUA**



**Fuente:** Ficha de observación sobre practicas de riego, Dic. 2012

**ANÁLISIS**

No se realiza el control de la cantidad de agua entregada, esto debido a que no se cuenta con medidores de caudal, aforadores, de esta manera cada usuario riega de acuerdo al turno de riego con que cuenta, sin saber en muchos casos la cantidad de agua que está aplicando ni la necesidad que requiere el cultivo o los pastos naturales.

Los tiempos de riego no son de acuerdo a cálculos de ingeniería, estos tiempos son establecidos en forma equitativa entre todos los usuarios sin considerar la demanda de agua y el tiempo de riego por superficie a aplicarse.

### 3.2.1. Discusión de resultados

En función a la prueba de las hipótesis específicas planteadas en este trabajo de investigación y relacionándola con los objetivos específicos propuestos, se realiza la discusión.

Con respecto a la **hipótesis específica 1 “El nivel de conocimiento de los usuarios sobre las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es diferenciado”** se presentan los cuadros N° 5.6, 5.7, 5.8, y 5.9

**En el cuadro N° 5.6** se tiene que el 64.151% de los usuarios son bilingües y tienen como idioma al castellano y aimara, el 35.849% solo el aimara, mientras que no se registro usuarios que tienen como idioma solo al castellano, observando que el grupo que solo tiene como lengua el aimara de alguna manera se limitan el acceso a la información.

**En el cuadro N° 5.7** en el cual el 32.075% de los usuarios no tienen instrucción, el 18.868% con primaria incompleta, el 13.208% con primaria completa, el 13.208% con secundaria incompleta, el 16.981% con secundaria completa, el 1.887% con superior incompleto y el 3.774% con superior completo, refiriendo los entrevistados sobre todo los de sin instrucción, primaria incompleta o solamente primaria que es por falta de acceso a la educación que se presentaba en años pasados, en vista que no se contaba con centros educativos, esta proporción de la población está conformada mayormente por usuarios adultos o mayores de 50 años, en la actualidad se tiene un centro educativo primario y secundario ubicado en el Centro Poblado Solitario el cual es accesible tanto en distancia y tiempo por las cinco comunidades.

**En el cuadro Nº 5.8** se tiene que el 60.377% asistieron de 1 a 2 eventos de actualización, el 11.321% de 3 a 4 eventos, el 5.660% de 5 a más, mientras que el 22.642% no asistió a ningún evento de actualización, podemos apreciar que el 77.358% de la población a asistido a eventos de actualización realizados por instituciones referentes a la gestión del agua, mientras que la población que no asistió, refieren que es por falta de tiempo, por las horas de trabajo que demanda el sector agropecuario.

**En el cuadro Nº 5.9** de los usuarios de riego que realizaron eventos de capacitación, el 35.849% asistieron de 1 a 2 eventos de capacitación, el 5.660% de 3 a 4 eventos, el 1.887% de 5 a más, mientras que el 56.604% no participo en ningún evento de capacitación, de la proporción de usuarios que no asistió refieren que es por falta de dinero, falta de tiempo, y el difícil acceso a los lugares de capacitación desde sus hogares, mientras que 43.396% realizo actividades de capacitación, demostrando interés del usuario por capacitarse,

De esta manera con los cuadros mostrados contrastamos nuestra hipótesis y podemos afirmar que el nivel de conocimientos de los usuarios es diferenciado.

Con respecto a la **hipótesis específica 2 “La planificación de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es participativo”** se presentan los cuadros 5.11, 5.12, 5.13, 5.22 y 5.23

**En el cuadro Nº 5.11** se tiene que el 88.462% de los encuestados afirman que la planificación se realiza en consenso de la colectividad (en asambleas), el 11.538% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%, podemos afirmar de que la toma de decisiones se realiza en consenso de la colectividad desarrollado a través de asambleas de todo los



usuarios del sistema, así los autores Sánchez, Zapatta, Hadjaj y Ullauri expresan que la planificación tiene que ser participativa, con la participación de la mayoría de directivos y usuarios tratando de buscar soluciones a los problemas más importantes que existen en las diferentes partes del sistema.

**En el cuadro Nº 5.12** se observa que el 94.340% de los encuestados afirman que la toma de decisiones en la planificación se realiza en asambleas de forma participativa, el 5.660% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%, refiriendo los usuarios que la planificación es de forma integral y participativa en asambleas convocadas por la directiva, para los distintos fines de la organización, los cuales por ejemplo son para la realización del diagnóstico del sistema de riego, para identificar los problemas que presenta la infraestructura, y proponer alternativas de solución, que se resumen en la programación de trabajos de faenas para el mantenimiento de los canales de riego y la bocatoma.

Los ingenieros Gerbrandy y Hoogendam afirman que la gestión comunitaria de agua es una de las tantas actividades de la comunidad, que responde a las características de la gestión comunitaria en general. La relación con los ciclos de producción agrícola, la participación amplia de los comuneros, una estructura de equidad entre sus miembros.

**En el cuadro Nº 5.13** se observa que el 96.226% de los encuestados afirman que la toma de decisiones dentro de la organización se realiza en asambleas, el 3.774% la directiva, mientras que la alternativa el presidente solamente representa el 0.000%, con este cuadro también podemos sustentar que la toma de decisiones es de forma participativa de los usuarios campesinos.

En el cuadro Nº 5.22 se observa que el 73.585% de los encuestados afirma que existen conflictos respecto a la distribución del agua, mientras que el 26.415% afirma que no existen conflictos, y para poder ver de qué manera son solucionados estos conflictos presentamos el **cuadro Nº 5.23** en el que 86.792% de los encuestados afirma que los conflictos generados entre usuarios son resueltos en asambleas, el 13.208% por la directiva, mientras que por el presidente solamente representa el 0.000%, una vez más podemos afirmar que la gestión del sistema de riego se realiza en base a la toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos.

Con respecto a la **hipótesis específica 3 “La forma de organización y dirección de las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es a través de la faena (trabajo en conjunto) y tareas en un tiempo determinado”** se presentan los cuadros 5.14, 5.27 y 5.28

En el cuadro Nº 5.14 se observa que el 90.566% de los encuestados afirma que si cumple la organización con las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado, mientras que el 9.434% considera que no logra cumplir, refieren los encuestados que una de las características de la organización se basa en el cumplimiento de las tareas determinadas en el plazo y tiempo programado.

En el cuadro Nº 5.27 se observa que el 77.358% de los encuestados afirma que los trabajos se realizan en faenas conjuntas e integrales de los usuarios, mientras que el 22.642% afirma que los trabajos son en faenas por comunidad. Podemos ver que ambos casos comprenden formas de trabajos en faenas propio de las comunidades altoandinas, es así que las faena de trabajos integrales son asumidos por todos los usuarios del sistema de riego que básicamente se

resumen al mantenimiento de la infraestructura que comprende la limpieza de los canales, mantenimiento de la bocatoma, mientras tanto los trabajos por faenas por comunidad se realizan al interior de cada comunidad de acuerdo a las necesidades de cada una, los cuales se organizan de acuerdo a la disposición de la directiva de riego de cada comunidad en coordinación con la directiva del comité de usuarios.

**En el cuadro N° 5.28** se puede observar que el 88.679% de los encuestados considera que la dirigencia de la organización logra realizar en tiempo oportuno los mantenimientos necesarios y arreglos en la infraestructura de riego, mientras que el 11.321% considera lo contrario, con los resultados de la encuesta podemos afirmar que es una organización sólida y cumplen con las tareas programas por los mismo usuarios de riego.

La ingeniería Zulema Gutiérrez Pérez sostiene que el mantenimiento de la infraestructura en los sistemas de riego campesinos se constituye en una de las actividades que realizan todos los usuarios, de manera que la infraestructura esté en condiciones de hacer llegar el agua desde la fuente hasta la parcela.

Así podemos ver que los mantenimientos de la infraestructura de riego son de prioridad para los usuarios campesinos, y por ende tiene que cumplirse con los trabajos de faenas programadas.

Con los cuadros mostrados podemos afirmar que la forma de organización y dirección es a través de la faena (trabajos en conjunto) y tareas que se cumplen en tiempos y plazos determinados.

Con respecto a la **hipótesis específica 4 “El control del recurso hídrico para las prácticas de riego en el sistema Nuevo Progreso Solitario es espontaneo”** se presentan los cuadros N° 5.17 y 5.18

**En el cuadro N° 5.17** se observa que el 88.679% de los encuestados afirma que no se han establecido normas o criterios para medir el volumen de agua entregado, mientras que el 11.321% afirma que si, la mayor parte de los entrevistados refieren que no se tienen normas o criterios claras para medir el volumen entregado, sin embargo se llega a medir por el tiempo de entrega, sin saber exactamente cuánto de volumen, el porcentaje bajo de encuestados que afirma que si se tiene normas y criterios, como por el ejemplo que la directiva de cada comunidad es la encargada de racionar equitativamente el agua, pero que no es constante y en muchas veces no se cumplen, realizándose de esta manera un control espontaneo entre usuarios vecinos, que esperan su turno de riego a la hora programada.

**En el cuadro N° 5.18** se observa que el 90.566% de los encuestados afirma el control de entrega de agua es en forma espontanea al llegar el agua a la parcela, el 9.434% afirma que el control lo realiza la directiva, refieren los entrevistados que el control de entrega de agua se realiza en forma espontanea cuando llega el agua a las parcelas, ciertamente se tiene un control mutuo de los usuarios vecinos que riegan conforme va avanzado el turno de riego.

La ingeniera Zulema Gutiérrez Pérez en su libro *Riego campesino y diseño compartido, gestión local e intervención en sistemas de riego en Bolivia* afirma que en algunos sistemas, es la organización comunal o el comité de riego el responsable de la vigilancia de la conducción del agua desde la fuente hasta la

zona de riego, para lo cual establecen cargos (tomeros, ronderos, guidores, vigiladores, etcétera), que son cumplidos por los usuarios en forma rotativa.

Además afirma que en otros sistemas son los propios usuarios los que se responsabilizan de la vigilancia del agua.

En el caso del sistema Nuevo Progreso Solitario el control de la entrega de agua es de forma espontanea al llegar el agua a la parcela, así también en algunos casos y no con mucha frecuencia participa la directiva de agua de cada comunidad, pero sin embargo solo se limitan a la programación de turnos mediante una lista de usuarios teniendo poca participación en el reparto del agua en la misma parcela.

De acuerdo a los cuadros mostrados podemos afirmar que el control de agua de riego es de forma espontanea.

Con todos los cuadros mostrados se han podido probar las cuatro hipótesis específicas y por lo tanto la hipótesis general queda probada.

### **3.3. Estadística inferencial**

***Análisis multivariado para probar las hipótesis de investigación - objetivo general.***

**Resultados para la hipótesis general.**

#### **HIPÓTESIS GENERAL:**

La gestión de recursos hídricos influye en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

**Primero:****Modelo de regresión lineal**

Modelo	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,372(a)	,139	,005	1,090

a Predictores: (Constante), conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento

**Interpretación.**

Según el modelo de regresión lineal múltiple, podemos establecer que existe relación entre la variable dependiente, representado por las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, distrito de Vilquechico y los factores de la gestión de recursos hídricos (conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento), el mismo representa un 0.139 igual a 13.9% de relación, es decir, el 13.9% de las prácticas de riego que se realiza en el sistema Nuevo Progreso Solitario, son cambios de los factores de la gestión de recursos hídricos.

**Segundo:**

**Análisis de varianza (anova) para determinar la influencia de la gestión de recursos hídricos en las prácticas de riego que se realiza en el sistema nuevo progreso solitario.**

**ANOVA (b)**

	Suma de cuadrados	G.L.	Media Cuadrática	F	Sig.
Regresión	8,614	7	1,231	1,035	,420(a)
Residual	53,499	45	1,189		
Total	62,113	52			

a Variables predictoras (Constante): conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento.

b Variable dependiente: prácticas de riego.

**Prueba de hipótesis general:**

La presente prueba de hipótesis considera a los factores de la gestión de recursos hídricos (conocimientos, planificación, organización, control, distribución, operación y mantenimiento), y su influencia en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, distrito de Vilquechico, para lo que hacemos uso del análisis de varianza - ANOVA, que usa la distribución F – Snedecor, para determinar el nivel de influencia y comprobar la hipótesis general.

*Pasos:*

## 1. Planteamiento de las hipótesis.

**Hipótesis nula Ho:** La gestión de recursos hídricos no influye significativamente en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

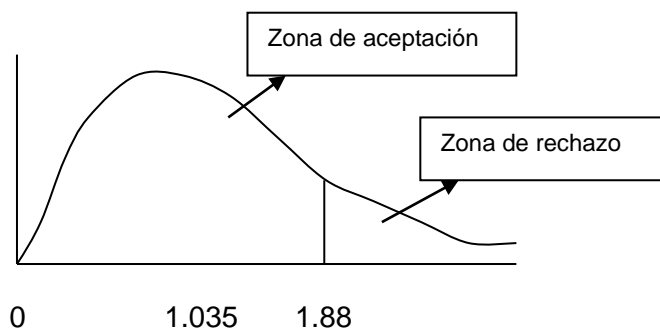
**Hipótesis Alterna Ha:** Existe influencia significativa de la gestión de recursos hídricos en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

## 2. La prueba que se emplea es ANOVA con una distribución “F Snedecor”.

Si elegimos un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  y los grados de libertad son 7 y 45. El valor del Cuadro estadística es:

$$F = F_{(7,45;0.95)} = 1.88$$

3. Realizamos la comparación respectiva:



4. Conclusión: Desde que el valor de la F calculada = 1.035 menor al valor de la F tablas = 1.88, aceptamos la hipótesis nula, concluyendo que, la gestión de recursos hídricos no influye significativamente en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012. A un nivel de significancia del 5% o 0.05.

**Tercero:** Selección de los factores de mayor influencia.

Para determinar cuáles son los Factores de la gestión de recursos hídricos que más están influyendo en la variable dependiente, hacemos uso de la distribución T-Student para pruebas independientes, según los resultados del paquete estadístico SPSS.



**Coeficientes (a)**

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Error típ.			
(Constant)	5,124	2,505		2,046	,047
conocimiento	,057	,048	,172	1,172	,247
planificación	,441	,417	,195	1,055	,297
organización	-,227	,252	-,156	-,900	,373
control	,056	,403	,021	,139	,890
distribución	-,337	,190	-,262	-1,773	,083
operación	-,436	,238	-,287	-1,836	,073
mantenimiento	,080	,312	,042	,255	,800

a Variable dependiente: Practicas de riego.

Los resultados de nivel de significancia independiente, según las pruebas T-Student, nos indican que: la distribución y las operaciones son los factores de la gestión de recursos hídricos que más influyen en las prácticas de riego, esto a un nivel de error o significancia del 10%, mientras que los demás factores no influyen significativamente en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

**ANÁLISIS DE CORRELACIONES BI VARIADAS.**

	Conocimiento	Planificación	Organización	Control	Distribución	Operación	mantenimiento
PRACTICAS DE RIEGO	,114 ,416 53	,077 ,583 53	-,006 ,965 53	-,034 ,807 53	-,203 ,145 53	-,176 ,208 53	,006 ,964 53
Conocimiento	1	-,186 ,182 53	-,086 ,538 53	,068 ,631 53	-,058 ,678 53	,202 ,146 53	,144 ,304 53
Planificación		1	,464(**)	-,270 ,051 53	-,084 ,550 53	,156 ,266 53	,357(**)
Organización			1	,137 ,327 53	-,306(*) ,026 53	,063 ,654 53	,214 ,124 53
Control				1	-,017 ,901 53	,001 ,993 53	,054 ,700 53
Distribución					1	-,147 ,294 53	-,096 ,496 53
Operación						1	,428(**)
Mantenimiento							,001 53 1 53

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**Interpretación:**

Según lo observado en el cuadro anterior, se concluye que; existe una relación positiva significativa entre la Planificación y la Organización que representa un 0.464(\*\*) de relación, es decir que a mejor planificación mejor será la organización en la gestión de los recursos hídricos, luego se observa una relación positiva significativa entre la Planificación y el Mantenimiento en los sistemas de riego 0.357(\*\*), es decir que a mayor planificación el sistema de mantenimiento será mucho mejor. Otra de las relaciones significativas que encontramos en el cuadro están dados por la Operación y el Mantenimiento 0.428(\*\*) es decir a mejores niveles de operación mejores serán los sistemas de mantenimiento en el sistema Nuevo Progreso Solitario, distrito de Vilquechico, provincia de Huancané, Departamento de Puno.

**Modelo Lineal:**

El modelo Lineal que podemos presentar con los resultados de los coeficientes no estandarizados B los ubicamos de la siguiente manera:

$$\bar{Y} = 5,124 + 0,057(\text{conocimiento}) + 0,441(\text{planificación}) - 0,227(\text{organización}) + 0,056(\text{control}) - 0,337(\text{distribución}) - 0,436(\text{operación}) + 0,080(\text{mantenimiento})$$

Donde: Y = Prácticas de riego

El modelo nos permite estimar valores de práctica de riego según resultados de la gestión de recursos hídricos, en el sistema Nuevo Progreso Solitario, Distrito de Vilquechico, Provincia de Huancané - periodo 2012.

## CONCLUSIONES

1. La gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego se desarrolla en base a la toma de decisiones colectivas de los usuarios campesinos, previa deliberación utilizando su idioma nativo que es el aimara y el español.
2. El nivel de conocimientos de los usuarios campesinos sobre las prácticas de riego es diferenciado, tal como lo evidencian las encuestas realizadas y que se presentan en los cuadros N° 5.6, 5.7, 5.8, y 5.9, así se tienen que 32.075% de los usuarios no tienen instrucción, el 18.868% con primaria incompleta, el 13.208% con primaria completa, el 13.208% con secundaria incompleta, el 16.981% con secundaria completa, el 1.887% con superior incompleto y el 3.774% con superior completo.

El 60.377% de los usuarios asistieron de 1 a 2 eventos de actualización, el 11.321% de 3 a 4 eventos, el 5.660% de 5 a más, mientras que el 22.642% no asistió a ningún evento, observando lo diferenciado de la frecuencia de asistencia a eventos de capacitación como cursos, congresos y conferencias.

Los usuarios campesinos asistieron de 1 a 2 eventos de capacitación en un 35.849%, de 3 a 4 en un 5.660%, de 5 a más en un 1.887% y no asistieron a ninguno en un 56.604%, observándose lo diferenciado que es la frecuencia de la asistencia a eventos de capacitación como pasantías, seminarios y talleres.

3. La planificación se realiza de forma participativa con la deliberación amplia de los usuarios campesinos, así el 94.340% de los encuestados dicen que la toma de decisiones en la planificación se realiza en asambleas de forma participativa, el 5.660% la directiva.
4. Las formas de organización y dirección del comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario es a través de los trabajos de faenas que se realizan para

el mantenimiento de la infraestructura hidráulica, y los trabajos programados se cumplen en tiempo y plazos acordados por la organización, el 90.566% de los encuestados afirma que si cumple la organización con las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado, mientras que el 9.434% considera que no logra cumplir.

Las formas de trabajo que se realizan en el comité de usuario son las faenas integrales de todos los usuarios, se realizan para el mantenimiento de la infraestructura hidráulica al inicio de la operación del sistema que ocurre después del periodo de las lluvias por el mes de abril, también se realizan trabajos de faenas por comunidad que comprenden trabajos en la infraestructura hidráulica ubicadas dentro de la circunscripción de la comunidad correspondiente.

5. El control de entrega de agua en el sistema de riego Nuevo Progreso solitario es de forma espontanea al llegar el agua a la parcela, ejerciéndose un control mutuo entre usuarios, de los que riegan con la partición de caudal, como es el caso de la parcialidad de Cascacollo y la comunidad campesina de Pampilla Vargas Cucho son ellos mismos que se encargan de la entrega equitativa del caudal entre usuarios que están de turno, ya que no se cuentan con medidores de caudal que permitan saber la cantidad de agua entregada a cada usuario, por otro lado los que riegan en tunos de monoflujo también se realiza un control mutuo ya que cada usuario espera su turno en la hora indicada. esporádicamente se tiene la participación en el reparto del agua de la directiva de cada comunidad, muchas veces limitándose a la elaboración de las listas de turno.

6. Según la prueba de hipótesis observamos que el valor de la,  $F$  calculada = 1.035 menor al valor de la  $F$  tablas = 1.88, aceptamos la hipótesis nula, concluyendo que, la gestión de recursos hídricos no influye significativamente en las prácticas de riego que se realizan en el sistema Nuevo Progreso Solitario, distrito de Vilquechico, provincia de Huancané - periodo 2012. A un nivel de significancia del 5% o 0.05.

## RECOMENDACIONES

1. Este trabajo se plantea conocer las características de la gestión de recursos hídricos para las prácticas de riego, considerando el nivel de conocimiento, planificación, organización y control desde la lógica de los campesinos, sin embargo no se pudo abordar criterios para diseños de sistemas de riego desde la lógica de los campesinos, porque generalmente se diseña la infraestructura de riego, posteriormente lo construyen, y es después que se preocupan por la futura gestión, bajo la denominación de “operación - mantenimiento”, provocando una discrepancia entre la operación real del sistema y la operación planificada por las instituciones.
2. Es necesario e importante que las Juntas de Usuario del Distrito de riego Huancané, y mediante el comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario incorporen aforadores y medidores de caudales con el fin de mejorar la gestión del agua y así determinar de manera real y racionalizar adecuadamente la demanda de agua.
3. A las instituciones gubernamentales y no gubernamentales comprendidas en la gestión y prácticas de riego, realizar eventos como cursos, conferencias, talleres y pasantías a fin de mejorar las capacidades técnicas de los usuarios para el uso racional del recurso hídrico del sistema Nuevo Progreso Solitario.
4. Se recomienda realizar trabajos de investigación que involucren la gestión del agua, gestión de sistemas de riego desde la perspectiva de la lógica campesina, ya que son los campesinos los usuarios finales de los sistemas de riego de la Región de Puno, viéndose dificultades en la operación y manteniendo de gran parte de estos sistema de riego, en vista que los planes de operación y mantenimiento no están acorde a la gestión campesina

practicada por los usuarios, por tanto los planes de operación y mantenimiento deben ser elaborados con la participación amplia de los usuarios campesinos de acuerdo a sus usos y costumbres del recurso hídrico.



**BIBLIOGRAFÍA**

- CAMACHO PIEDRA, Juan Carlos (2002). *La administración en la empresa rural*. Tercera Edición. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. 264 pag.
- CASTAÑÓN, Guillermo (2000). *Ingeniería del riego. Utilización racional del agua*, Madrid: Edición realizada por Copyriht 2000 international Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A. 198 pag.
- CCALLA HUAYLLARA, José (2011). *Análisis del proceso de planeamiento de la gestión de los recursos hídricos con enfoque integral de la subcuenca Cala Cala Llache – Huancané*. Tesis Ing. Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola – Puno. 117 pag.
- CLAVIJO, Wilson, MONTALVO, Lucy, ZAPATTA, Alex, CASANOVA, Ramiro y QUINDE, Francisco (2002). *Administración, operación y mantenimiento del sistema de riego*. Primera Edición. Quito, Ecuador: Editorial RUVENZ / TALENTO CREATIVO. 179 pag.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ (2009). Ley de Recursos Hídricos N° 29338. Junio del 2009.
- DURÁN, Alfredo (2012). *Gestión de sistemas de riego*. [diapositivas]. Cochabamba, Bolivia. Consulta: 30 de setiembre del 2012 <http://es.scribd.com/doc/95069012/7-Gesti-F3n-Sistemas-Riego>
- FAO. (2003). “Gestión del agua hacia el 2030”, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
- FAO (2002) *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*. Roma, Italia.
- FUENTES YAGÜE, José Luis (2003). *Técnicas de riego*. Cuarta edición. Madrid: Edición realiza por Mundi-Prensa Libros S. A. 483 pag.

- GERBRANDY, Gerben y HOOGENDAM, Paul (1998). *Aguas y acequias los derechos al agua y la gestión campesina de riego en los andes Bolivianos*. Primera Edición. La Paz, Bolivia: Plural editores / CID. 399 pag.
- GUERRA, Guillermo (1977). *Manual de administración de empresas agropecuarias*. Primera Edición. San José, Costa Rica: Editorial IICA. 353 pag.
- GUTIÉRREZ PÉREZ, Zulema (2006). *Riego campesino y diseño compartido, gestión local e intervención en sistemas de riego en Bolivia*. Primera Edición. Lima, Perú: IEP Ediciones. 253 pag.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA – Autoridad Nacional del Agua (2010) *Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Huancané y Suches*. Primera Edición. Lima: Ministerio de Agricultura.
- ONERN-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (1992). *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de puno*. Puno, 1992
- SÁNCHEZ, Jorge, ZAPATTA, Alex, HADJAJ, Hédia y ULLAURI, Manuel (2003). *Visión integral y análisis de sistemas de riego*. Primera Edición. Quito, Ecuador: Editorial RUVENZ / TALENTO CREATIVO. 158 pag.
- SERRUTO COLQUE, Ramón (1987) *Riegos y Drenajes* Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú
- SNET (2002) Servicio Hidrológico Nacional. *Comportamiento Hídrico en El Salvador, causas y posibles consecuencias*. San Salvador. Consulta: 15 de setiembre del 2012 [www.snet.gob.sv/informes.htm](http://www.snet.gob.sv/informes.htm)

- VÁSQUEZ, V. Absalón y VÁSQUEZ R. Issaak, (2009). Principios básicos del riego. Lima: Edición realizada por Fimart S.A.C. Editores e Impresores. 265 pag.
- VEGA BARBATO, Daniel (2002). "Pautas para el diseño de la distribución de agua en sistemas de riego bajo gestión campesina". Ponencia presentada en el Seminario Internacional CORA 2002. Cayambe, Ecuador.
- VILLON BEJAR, Máximo (1982). *Riego por Aspersión*. Universidad Nacional Agraria la Molina. Departamento de Recursos de Agua y Tierra (DRAT). Lima-Perú.
- W. Bart Snellen (1997). *Operación y mantenimiento de los sistemas de riego*. Roma: 50 pag.
- WWF-Fondo mundial para la naturaleza. (2009) Manual de Buenas Prácticas de Riego. Madrid: Edición Amaya Asiain. 32 pag.

## ANEXOS

ANEXO N° 1: Encuesta de recolección de información del comité de usuarios

Nuevo progreso Solitario

ANEXO N° 2: Guía de observación de recolección de información sobre las prácticas de riego

ANEXO N° 3: Matriz base de datos de la encuesta realizada al comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario, para la aplicación en el software SPSS.

ANEXO N° 4: Álbum fotográfico

ANEXO N° 5: Planos

Plano 1: Plano de ubicación

Plano 2: Plano de infraestructura de riego

**ANEXO Nº 1**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA**

**ENCUESTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DEL COMITÉ DE USUARIOS NUEVO PROGRESO SOLITARIO**

Encuestador \_\_\_\_\_  
 Fecha de entrevista \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Cuestionario N° \_\_\_\_\_  
 Lugar \_\_\_\_\_

**I. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD AGROPECUARIA Y USO DE LA TIERRA**

1. ¿Qué cultivos tiene actualmente en su parcela que trabaja bajo riego?	2. ¿Cuál es la superficie sembrada del cultivo?	3. ¿Cuánta superficie esta con pastos naturales bajo riego?
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

**II. RIEGO**

4. ¿Cuál es la calidad de agua de riego que usted considera?

- a. Muy buena calidad
- b. Buena calidad
- c. Regular calidad
- d. Mala calidad

5. ¿Cuál es su percepción de la calidad de las tierras para cultivos agrícolas?

- a. Muy buena calidad
- b. Buena calidad
- c. Regular calidad
- d. Mala calidad

6. ¿Cuál es el tipo de riego?

- a. Gravedad
- b. Aspersión
- c. Goteo

**III. CARACTERÍSTICAS DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS USUARIOS SOBRE LAS PRÁCTICAS DE RIEGO**

7. ¿Cuál es el idioma que habla usted?

- a. Solamente Castellano
- b. Aymara
- c. Castellano y aymara
- d. Otro \_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es el nivel educativo de los usuarios de riego?

- a. Sin instrucción
- b. Primaria incompleta
- c. Primaria completa
- d. Secundaria incompleta
- e. Secundaria completa
- f. Superior incompleta
- g. Superior completa

9. ¿Cuál es el número de eventos de actualización (cursos, congresos y conferencias) al cual ha asistido en el último año?

- a. 1-2
- b. 3-4
- c. 5 a mas
- d. Ninguno

¿Por qué? \_\_\_\_\_

10. ¿Cuál es el número de eventos de capacitación (pasantía, seminario o taller) al cual ha asistido en el último año?

- a. 1-2
- b. 3-4
- c. 5 a mas
- d. Ninguno

¿Por qué? \_\_\_\_\_

11. ¿De qué instituciones reciben asistencia técnica referente a la gestión y prácticas de riego?

- a. Agrorural
- b. Administracion Local de Agua
- c. Agencia Agraria Huancane
- d. Municipalidad Distrital de Vilquechico
- e. Otros \_\_\_\_\_

**IV. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANIFICACIÓN DE LOS USUARIOS**

12. ¿Quiénes realizan la planificación?

- a. El presidente solamente
- b. La directiva
- c. En concenso de la colectividad (en asambleas)
- d. Otros \_\_\_\_\_

13. ¿Cómo es la toma de decisiones en la planificación de los usuarios de riego?

- a. El presidente
- b. La directiva
- c. En asambleas de forma participativa
- d. Otros \_\_\_\_\_

**V. CARACTERÍSTICAS DE LA ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN DEL COMITÉ DE USUARIOS**

14. ¿De qué forma se toman las decisiones dentro de la organización?

- a. El presidente solamente
- b. La directiva
- c. En asambleas
- d. Otros \_\_\_\_\_

15. ¿Logra la organización cumplir las tareas programadas en el tiempo y plazo determinado?

- a. Si
- b. No

16. ¿La toma de decisiones es ágil y oportuna?

- a. Si
- b. No

17. ¿El proceso de coordinación es efectivo?

- a. Si
- b. No

**VI. CARACTERÍSTICAS DEL CONTROL**

18. ¿Se han establecido normas o criterios para medir el volumen de agua entregado al usuario?

- a. Si
- b. No

**19. ¿Cómo se realiza el control de entrega del agua en la unidad de riego?**

- a. Personas destinadas específicamente (tomeros)
- b. En forma espontanea al llegar el agua a la parcela
- c. Otros \_\_\_\_\_

**VII. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO**

**20. ¿Cuál es la modalidad de entrega de agua en la unidad de riego según las épocas de avenida y estiaje?**

- a. Periodo de avenidas: Por Turno  Frecuencia (días)  Demanda libre
- b. Periodo de estiaje: Por Turno  Frecuencia (días)  Demanda libre

**21. ¿Qué proporción de sus terrenos logra regar con el derecho que dispone?**

- a. En su totalidad
- b. una buena parte
- c. Poco
- d. Otros \_\_\_\_\_

**22. ¿Existen conflictos respecto a la distribución del agua de riego?**

- a. Si
- b. No

**23. ¿Cómo resuelve la dirigencia de la organización los conflictos entre usuarios o con otras organizaciones campesinas o entidades?**

- a. El presidente solamente
- b. La directiva
- c. En asambleas
- d. Otros \_\_\_\_\_

**VIII. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO**

**24. ¿Quiénes operan el sistema de riego?**

- a. Los mismos usuarios por turnos
- b. Por turnos de cada comunidad
- c. Personas designadas para la operación
- d. Otro \_\_\_\_\_

**25. ¿Cómo se mantienen los derechos de agua?**

- a. Pago de tarifas
- b. Faenas de trabajos comunales
- c. Trabajos realizados en la construcción del canal
- d. Otros \_\_\_\_\_

**IX. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA E RIEGO**

**26. ¿Existen normas y reglas establecidas para el mantenimiento del sistema de riego?**

- a. Si
- b. No

**27. ¿Cuáles son las formas de trabajo?**

- a. Trabajo de faena en conjunto e integral de los usuarios
- b. Trabajos en faena por comunidad
- c. Otros \_\_\_\_\_

**28. ¿Logra la dirigencia de la organización realizar en tiempo oportuno los mantenimientos necesarios o arreglos en la infraestructura del sistema de riego?**

- a. Si
- b. No

Apellidos y nombres del usuario

---

**ANEXO Nº 2**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN**

**RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS DE RIEGO**

**I. Uso legal del agua**

¿El derecho de uso del agua es mediante licencia, permiso o autorización?

- a. Licencia
- b. Permiso
- c. Autorizacion
- d. No tiene
- e. No sabe

**II. Calculo de las necesidades de agua para los cultivos**

¿Se calcula la necesidad de agua de los cultivos?

- a. Se realiza
- b. No se realiza

**III. Cálculo de la dosis y frecuencia de riego**

3.1. Eficiencia de riego

3.1.1. Eficiencia de conducción y distribución

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Malo

3.1.2. Eficiencia de aplicación

- a. Muy buena
- b. Buena
- c. Regular
- d. Malo

3.2. Dosis de riego

Se calculan la dosis de agua para cada riego

- a. Se realiza
- b. No se realiza

3.3. Frecuencia de riego

- a. Se realiza
- b. No se realiza

**IV. Control de reparto del agua de riego**

¿Se realiza el control y medición del volumen de agua entregado?

- a. Se realiza
- b. No se realiza

¿Los tiempos de riego son los adecuados y obedecen a un cálculo de ingeniera?

- a. Si
- b. No



**ANEXO N° 3:** Matriz base de datos de la encuesta realizada al comité de usuarios Nuevo Progreso Solitario, para la aplicación en el software SPSS

PREGUNTAS DE LA ENCUESTA	4	5	RIEGO	8	9	10	CONOCIMIENTOS	12	13	PLANIFICACIÓN	15	16	17	ORGANIZACIÓN	18	19	CONTROL	21	22	23	DISTRIBUCION	24	25	OPERACIÓN	26	28	MANTENIMIENTO	TOTAL FACTORES DE LA VAR. INDEP.
1 Vargas Cama Baltazar	2	3	5	2	3	3	8	2	3	5	1	1	1	3	1	1	2	2	1	2	5	1	2	3	1	0	1	27
2 Capia Quispe Percy	3	2	5	5	3	3	11	3	3	6	0	1	0	1	0	1	1	3	0	2	5	2	2	4	0	1	1	29
3 Mamani Larico Luis	3	3	6	5	2	3	10	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	5	2	1	3	1	1	2	25
4 Payehuana Condori Rufina	3	3	6	1	0	0	1	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	2	3	0	1	1	19
5 Mayta Quispe Feliciano	3	3	6	2	0	0	2	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	2	1	3	0	1	1	20
6 Quea Pinto Alfredo	3	3	6	5	3	0	8	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	2	3	0	1	1	26
7 Condori Quispe Pablo	3	2	5	1	3	3	7	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	2	3	0	1	1	26
8 Apaza Ccora Hermenegildo	2	3	5	2	0	0	2	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	1	2	1	1	2	20
9 Huanca Velasquez Elena	3	2	5	2	0	0	2	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	2	3	0	1	1	21
10 Ccama Diaz Simon	2	3	5	4	2	2	8	3	3	6	1	1	1	3	1	0	1	2	0	2	4	2	2	4	1	1	2	28
11 Velasquez Palero Justo Pastor	1	1	2	2	3	0	5	2	2	4	0	0	0	0	0	1	1	2	1	2	5	2	1	3	0	0	0	18
12 Huanca Apaza Esperanza	3	3	6	5	3	3	11	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	2	29
13 Capia Quea Eustaquio	3	2	5	4	1	2	7	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	2	3	0	1	1	25
14 Vega machaca Maria Sabina	3	2	5	4	3	3	10	2	3	5	1	1	1	3	1	1	2	3	0	2	5	2	1	3	1	1	2	30
15 Condori Palero Bonifacio	3	3	6	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	2	3	0	1	1	22
16 Condori Mamani Edgar	3	2	5	4	3	3	10	2	3	5	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	1	2	0	1	1	27
17 Huanca Condori Aurelia	1	1	2	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	1	2	6	1	2	3	0	1	1	24
18 Quispe Capia Yesica	3	3	6	5	3	3	11	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	1	2	0	1	1	29
19 Cora Huanca Justina	3	3	6	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	1	3	1	2	3	0	1	1	21
20 Mamani Lopez Aydee	2	1	3	5	3	3	11	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	1	2	0	0	0	27
21 Ninacondo Tula Eustaquio	2	1	3	1	0	0	1	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	2	2	4	0	1	1	21
22 Condori Machaca Juan Jose	3	2	5	1	2	3	6	3	3	6	1	1	1	3	0	0	0	2	0	2	4	1	2	3	0	1	1	23
23 Cama Condori Julia	3	3	6	3	3	3	9	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	1	3	1	2	3	1	0	1	26
24 Herrera Quispe Casimiro	3	3	6	2	1	2	5	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	1	2	6	1	1	2	0	1	1	24
25 Diaz Machaca Tomas	3	1	4	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	2	3	0	1	1	23
26 Herrera Quispe Ignacio	3	1	4	1	2	3	6	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	1	2	6	1	2	3	1	1	2	27
27 Velasquez Palero Celestino	3	3	6	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	0	0	3	0	2	5	1	2	3	0	1	1	22
28 Pinto Herrera Alfredo	3	3	6	4	3	0	7	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	1	1	4	2	1	3	0	1	1	25
29 Vargas Condori Hilario	3	2	5	1	0	0	1	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	1	1	2	0	1	1	17
30 Diaz Yujra Consolacion	3	3	6	1	3	0	4	3	3	6	0	0	0	0	0	1	1	3	1	2	6	1	1	2	0	1	1	20
31 Vargas Cayo Flor De Maria	2	3	5	5	3	0	8	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	2	2	4	0	1	1	26
32 Vargas Larico Santiago	3	2	5	2	3	3	8	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	2	2	4	1	1	2	27
33 Cama Hinojosa Saturnina	3	2	5	2	0	0	2	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	1	2	0	1	1	19
34 Cama Quea Aurelio	3	2	5	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	1	3	2	2	4	1	1	2	23
35 Vargas Quea Mariano	2	3	5	1	3	0	4	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	1	2	1	1	2	22
36 Tula Ninacondo Sabina	1	2	3	3	3	0	6	3	3	6	1	1	1	3	0	0	0	3	0	2	5	1	2	3	0	1	1	24
37 Pinto Tula Manuel	2	2	4	7	1	1	9	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	2	3	1	1	2	29
38 Mamani Arcana Rosario	2	3	5	5	0	0	5	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	1	2	0	1	1	22
39 Gonza Luque Feliciano	3	3	6	5	3	3	11	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	2	2	4	1	1	2	31
40 Carrizales Tula Adolfo	1	2	3	6	3	3	12	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	2	2	4	1	1	2	31
41 Carrizales Quea Casimiro	2	1	3	1	0	0	1	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	1	2	3	1	1	2	20
42 Quea Pinto Juan	2	3	5	2	0	0	2	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	1	1	4	1	1	2	1	0	1	19
43 Capia Quea Ricardo	2	2	4	4	3	0	7	3	3	6	1	1	1	3	1	1	2	2	1	2	5	2	2	4	1	1	2	29
44 Vargas Quea Carlos	1	3	4	3	3	0	6	3	3	6	1	1	1	3	1	1	2	2	0	2	4	1	2	3	1	1	2	26
45 Tula Vargas Balbina	1	3	4	3	3	0	6	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	1	2	3	1	1	2	24
46 Vargas Pinto Ricardo	3	3	6	7	2	3	12	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	2	2	4	1	1	2	32
47 Capia Quea Guillermo	3	3	6	3	3	0	6	2	2	4	0	1	1	2	1	1	2	2	1	1	4	1	1	2	0	0	0	20
48 Capia Quequejana Juaquin	2	3	5	3	0	0	3	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	0	2	4	2	2	4	1	1	2	23
49 Quea Capia Herman	2	2	4	4	3	3	10	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	2	1	2	5	2	2	4	1	1	2	31
50 Tula Pinto Vicente	2	2	4	1	2	0	3	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	1	1	2	0	1	1	21
51 Tula Tula Veronica	2	3	5	3	3	3	9	2	3	5	1	1	1	3	0	1	1	1	0	2	3	1	2	3	0	1	1	25
52 Carrizales Quea Sabina	2	2	4	1	0	0	1	3	3	6	1	1	1	3	0	1	1	3	0	2	5	2	2	4	1	1	2	22
53 Ninacondo Pinto Calixto	2	2	4	2	3	3	8	2	3	5	1	1	1	3	0	1	1	2	1	1	4	1	2	3	0	1	1	25

Fuente: Elaboración Propia en base a la información de la encuesta aplicadas en Dic. 2012.

**ANEXO N°4: Álbum fotográfico**



Fotografía N° 1: Realizando la encuesta a los usuarios de riego.



Fotografía N° 2: Vista panorámica del canal y las áreas de riego.



Fotografía N° 3: Vista panorámica de las áreas de riego del sistema Nuevo Progreso Solitario



Fotografía N° 4: Se aprecia el deterioro de las tomas, utilizándose en su lugar champas.



Fotografía N° 5: Se aprecia el canal y las áreas de riego.



Fotografía N° 6: Se aprecia el canal principal y el canal lateral, además el deterioro de las compuertas los cuales son operados con champas y piedras.



Fotografía N° 7: Realizando coordinaciones con el presidente del comité de usuarios y los directivos de cada comunidad en la plaza del Centro Poblado solitario.



Fotografía N° 8: Vista panorámica del canal de conducción del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.



Fotografía N° 9: Reuniones participativas con los usuarios del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario en la margen derecha del río Calangachi.



Fotografía N° 10: Encuesta realizada a los usuarios del sistema de riego.



Fotografía N° 11: Encueta realizada a los usuarios del sistema de riego.



Fotografía N° 12: Encueta realizada a los usuarios del sistema de riego.



Fotografía N° 13: Reconocimiento de la bocatoma ubicada en el río Calangachi, junto a usuarios del sistema de riego.



Fotografía N° 14: Trabajos de campo, toma de puntos con un GPS en la bocatoma ubicada en el río Calangachi.





Fotografía N° 15: Vista panorámica del río Calangachi, y al margen derecho se aprecia la bocatoma del sistema de riego Nuevo Progreso Solitario.



Fotografía N° 16: Vista panorámica de la bocatoma del sistema de riego.

## ANEXO Nº 5

Plano 1 : Plano de ubicación

Plano 2 : Plano de infraestructura de riego