

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA EN FUNCIÓN DE LOS  
ELEMENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO  
RAMIS”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. DENYS GABRIEL NINARAQUI BORDA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**PUNO – PERÚ**

**2014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**  
**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA EN FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS**  
**HIDROMETEOROLÓGICOS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS**

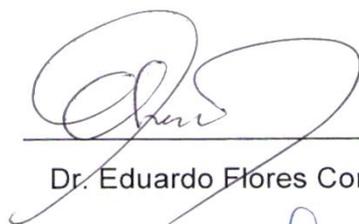
TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. DENYS GABRIEL NINARAQUI BORDA**

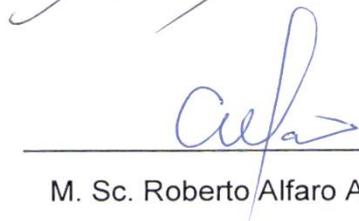
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÍCOLA**

APROBADA POR:

PRESIDENTE DE JURADO :

  
Dr. Eduardo Flores Condori

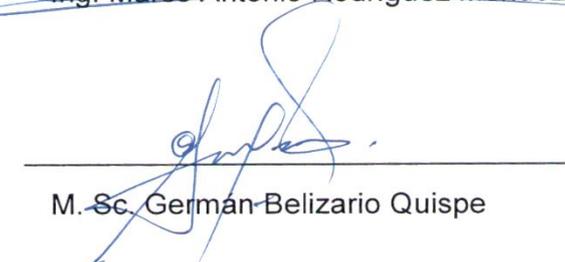
PRIMER MIEMBRO :

  
M. Sc. Roberto Alfaro Alejo

SEGUNDO MIEMBRO :

  
Ing. Marco Antonio Rodríguez Mendoza

DIRECTOR DE TESIS :

  
M. Sc. German Belizario Quispe

PUNO

PERÚ

2014

ÁREA : Ingeniería y Tecnología  
TEMA: Ordenamiento territorial  
LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

## DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la vida, por ser mi guía, fortaleza, quien a iluminado mi sendero y seguirá iluminándome, con toda la humildad y el corazón que tengo, pero sobre todo por permitirme disfrutar mis logros cerca de mis seres queridos.

A mis queridos padres **VICTOR NINARAQUI** y **RITA BORDA**, por el apoyo, amor y confianza que me brindan en cada momento, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor.

A mi querida hermana **Estefany Massiel** y la persona más especial **Cinthya Yoshelin** por ser mis motivos de inspiración para el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos Moises Calli, Marlyni Chambilla, Guido Vilca, Yasmani Quiza, Reynaldo Callomamani y a todos aquellos que por su constante apoyo, motivación, entusiasmo a seguir y les tendré presente en el recorrer de mi trayecto profesional.

## AGRADECIMIENTOS

- *A Dios por haberme guiado e iluminado en todo momento de mi vida universitaria y me seguirá iluminando en toda mi vida profesional.*
- *A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.*
- *A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por haberme brindado sus conocimientos y enseñanzas y haber compartido sus experiencias para mi formación profesional en los claustros universitarios.*
- *Un agradecimiento especial a mi director de tesis M.Sc. German Belizario Quispe, por su apoyo, observaciones y la confianza depositada en mi investigación, en muchas ocasiones sus orientaciones lograron que siguiera el camino.*
- *A la señora Marleny Córdova Díaz por su apoyo y motivación en mi presente trabajo.*

**D.G.N.B.**

*ii*

**CONTENIDO**

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.    Problema general.....	2
1.1.2.    Problemas específicos .....	3
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.    OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1.    Objetivo general .....	5
1.3.2.    Objetivos específicos .....	6
1.4.    HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	6
1.4.1.    Hipótesis general .....	6
1.4.2.    Hipótesis específicos.....	6
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>7</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>7</b>
2.1.    ANTECEDENTES.....	7
2.2.    MARCO TEORICO.....	15
2.2.1.    Zonas climáticas en la región del altiplano.....	15
2.2.1.1. <i>Sub – tipo climático “A” circunlacustre</i> .....	15
2.2.1.2. <i>Sub – tipo climático “B” puna húmeda</i> .....	16
2.2.1.3. <i>Sub – tipo climático “C” o clima de altiplano</i> .....	16
2.2.1.4. <i>Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas</i> .....	16
2.2.2.    Zona de vida o ecosistema.....	17
2.2.3.    Zonas de vida de Holdridge.....	17
2.2.3.1. <i>Procedimiento del uso del diagrama de para la clasificación de zonas de vida Holdridge</i> .....	20
2.2.4.    Clasificación climática .....	21
2.2.4.1. <i>Clima E – Polar y de alta montaña</i> .....	21
2.2.5.    Zonas agroecológicas en función de los registros hidrometeorológicos.....	22
2.2.6.    El sistema de Holdridge .....	23
2.2.7.    Las especies indicadoras .....	23
2.2.8.    Elementos climáticos.....	25

2.2.9.	Factores climáticos.....	26
2.3.	MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.3.1.	Cuenca del río Ramis.....	27
2.3.3.	Agroecológica.....	28
2.3.4.	Hidrometeorología.....	29
2.3.5.	Zonificación.....	29
2.3.6.	Zonificación agroecológica.....	30
<b>CAPITULO III</b>	<b>.....</b>	<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA Y MATERIALES</b>	<b>.....</b>	<b>31</b>
3.1.	EXTENSIÓN Y UBICACIÓN.....	31
3.1.1.	Extensión.....	31
3.1.2.	Ubicación.....	32
3.1.2.1.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	32
3.1.2.2.	<i>Ubicación hidrográfica</i> .....	33
3.1.2.3.	<i>Ubicación administrativa</i> .....	33
3.1.3.	Clima.....	34
3.1.4.	Características de la cuenca.....	34
3.2.	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA EN LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS.....	35
3.2.1.	Recopilación y sistematización de la información.....	36
3.3.	MÉTODO PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE ECOSISTEMAS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS.....	37
3.3.1.	Zonas de vida.....	37
3.3.2.	Determinación de las zonas de vida o ecosistemas.....	38
3.4.	LOS MAPAS TEMÁTICOS A ESCALA MAS ADECUADA DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA.....	40
3.5.	MATERIALES Y RECURSOS.....	42
3.5.1.	Recurso humano.....	42
3.5.2.	Materiales meteorológicos.....	42
<b>CAPITULO IV</b>	<b>.....</b>	<b>43</b>

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
4.1. INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS DEL CLIMA EN LA ZONIFICACIÓN AGROECOLOGICA EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS.....	44
4.1.1. Identificación de las zonas agroecológicas de la cuenca del río Ramis según la oscilación térmica .....	44
4.1.1.1. Sub – tipo climático “A” circunlacustre .....	45
4.1.1.2. Sub – tipo climático “B” puna húmeda .....	47
4.1.1.3. Sub – tipo climático “C” o clima de altiplano .....	49
4.1.1.4. Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas .....	51
4.2. INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE ECOSISTEMAS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS .....	52
4.2.1. Determinación de zonas de vida o ecosistemas de acuerdo a los factores y elementos climáticos en la cuenca del río Ramis .....	52
4.2.2. Descripción de zonas de vida o ecosistemas de acuerdo a los factores y elementos climáticos en la cuenca del río Ramis .....	65
4.2.2.1. Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS) .....	65
4.2.2.2. Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT).....	66
4.2.2.3. Tundra muy Húmeda Alpino Sub Tropical (tmh - AS).....	68
4.2.2.4. Páramo Pluvial Sub Alpino Sub Tropical (pp - SaS).....	68
4.2.2.5. Tundra Pluvial Alpina Sub Tropical (tp – AS).....	69
4.2.2.6. Nival templado cálido (N).....	70
4.3. ANÁLISIS DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS ..	71
4.3.1. Temperatura .....	72
4.3.2. Precipitaciones.....	74
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>
ANEXO A: INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE ESTACIONES .....	83
ANEXO B: PLANOS DE LA CUENCA DEL RÍO RAMIS .....	86

**CONTENIDO DE FIGURAS**

Figura 1: Diagrama para la clasificación de zonas de vida Holdridge .....	19
Figura 2: Esquema de recopilación de la información .....	37
Figura 3: Sistematización de la información .....	37
Figura 4: Recopilación de la información.....	38
Figura 5: Fases de la recopilación de la información.....	41
Figura 6: Model Builder de zonificación agroecológica .....	52

**CONTENIDO DE TABLAS**

TABLA 01: ESTACIONES METEOROLÓGICAS PERTENECIENTES A LA CUENCA DEL RÍO RAMIS.....	43
TABLA 02: ESTACIÓN ANANEA .....	53
TABLA 03: ESTACIÓN ARAPA .....	54
TABLA 04: ESTACIÓN AYAVIRI.....	54
TABLA 05: ESTACIÓN AZANGARO.....	55
TABLA 06: ESTACIÓN CHUQUIBAMBILLA .....	55
TABLA 07: ESTACIÓN CRUCERO.....	56
TABLA 08: ESTACIÓN CUYO CUYO .....	56
TABLA 09: ESTACIÓN HUANCANÉ.....	57
TABLA 10: ESTACIÓN JULIACA .....	58
TABLA 11: ESTACIÓN LAMPA .....	58
TABLA 12: ESTACIÓN LIMBANI .....	59
TABLA 13: ESTACIÓN LLALLY .....	59
TABLA 14: ESTACIÓN MACUSANI.....	60
TABLA 15: ESTACIÓN MUÑANI.....	60
TABLA 16: ESTACIÓN PROGRESO .....	61

TABLA 17: ESTACIÓN PUCARA.....	61
TABLA 18: ESTACIÓN PUTINA.....	62
TABLA 19: ESTACIÓN SANTA ROSA.....	63
TABLA 20: ESTACIÓN TARACO.....	63
TABLA 21: RESUMEN DE ZONAS DE VIDA EN BASE A ESTACIONES METEOROLÓGICAS.....	64

## RESUMEN

La investigación sobre la zonificación agroecológica en función de los elementos hidrometeorológicos, se realizó en la región de Puno, cuya hipótesis planteada fue: los elementos hidrometeorológicos determinan las zonas agroecológicas en la cuenca del río Ramis y el objetivo general es determinar de qué manera los elementos hidrometeorológicos determina la zonificación agroecológica, la metodología utilizada fue el criterio de Koppen, zonas de vida de Holdridge y uso del Sistema de Información Geográfica. En los resultados se identificaron cuatro sub-tipo climáticos: Sub – tipo climático “A” circunlacustre, la oscilación térmica (OT) varia de 15.0°C a 17.0°C, temperatura media 7.0°C a 9.0°C y precipitación pluvial mayores a 700 mm.; Sub – tipo climático “B” puna húmeda, la OT varia de 17.0°C a 18.0°C temperatura media 8.0°C a 9.0°C, precipitación pluvial de 650 mm; Sub – tipo climático “C” o clima de altiplano, la OT varia de 18.0°C a 19.0°C, temperatura media 8.0°C a 7.0°C, precipitación pluvial de 600 mm; Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas, la OT varia más de 19°C, temperatura media 7.0°C a 3.0°C, precipitación pluvial de 500 mm. a 1300 mm. Se identificó seis ecosistemas: Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS) incluye a los subtipos climáticos "A", "B" y "C", Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT) corresponde a los subtipos climáticos "C" y "D", Tundra muy Húmeda Alpino Sub Tropical (tmh - AS) corresponde al subtipo climático "D", Páramo Pluvial Sub Alpino Sub Tropical (pp - SaS) corresponde al subtipo climático "D", Tundra Pluvial Alpina Sub Tropical (tp – AS) corresponde al subtipo climático "D", y Nival Templado Cálido (N) corresponde al subtipo climático "D".

**Palabras clave:** Agroecología, caracterización, clima, ecosistema, zona vida.

## ABSTRACT

Research on agro-ecological zoning based on hydrometeorological elements was performed in the region of Puno, the hypothesis was: hydrometeorological elements determine the agro-ecological zones in the Ramis river basin and the overall objective was to determine how the elements hydrometeorological determines the agro-ecological zoning, the methodology used was the criterion Koppen, Holdridge life zones and use of SIG. The results of four sub - type climate were identified: Sub - climate type "A" circunlacustre thermal oscillation (OT) varies from 15.0°C to 17.0°C, average temperature 7.0°C to 9.0°C and rainfall greater than 700 mm. ; Sub - climate type "B" puna humid, various OT 17.0°C to 18.0°C, average temperature 8.0°C to 9.0°C, annual rainfall of 650 mm; Sub - climate type "C" or climate altiplano, the OT varies from 18.0°C to 19.0°C , average temperature 8.0°C to 7.0°C, annual rainfall of 600 mm; Sub - climate type "D" or atmosphere of the heights, the OT varies more than 19°C, average temperature 7.0°C to 3.0°C, annual rainfall of 500 mm. to 1300 mm. We identified six ecosystems: Sub Tropical Montane Rain Forest (bh - MS) includes climate "A" ,"B" and "C", Subalpine Tropical Very Humid Páramo (pmh - SaT) subtypes corresponds to climatic subtypes "C" and "D" Sub Alpine Tundra very Humid Tropical (tmh - AS) corresponds to climate subtype "D" Sub Alpine Paramo Sub Tropical Storm (pp - SaS) corresponds to climate subtype " D" Alpina Tundra Sub Tropical Storm (tp - AS) corresponds to climate subtype "D" and Temperate Warm Nival (N) corresponds to climate subtype "D".

**Keywords:** Agroecology, characterization, climate, ecosystem, life zone.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la cuenca del río Ramis, sufre un proceso de degradación ambiental por el efecto combinado de diversos factores naturales y antrópicos. La cobertura vegetal disminuye desde hace varios siglos por la tala indiscriminada de la vegetación leñosa y por el sobre pastoreo, ocasionando una fuerte erosión del suelo. En el lago Titicaca y el río Ramis se produce una reducción de la vegetación acuática (Titora), la disminución de la población de peces nativos, y la contaminación biológica de la bahía de Puno. Las aguas del lago Titicaca se encuentran altamente contaminadas por metales pesados, producto de las actividades mineras que vierten sus aguas a río como cuerpo receptor, y por su elevada salinidad natural. En este caso nuevo sistema consiste en la aplicación de las tecnologías computacionales SIG que actualmente se vienen desarrollando con más intensidad y utilidad en otras regiones, lo cual nos motiva implementar un sistema de información geográfica “SIG” a la zonificación y manejo de recursos.

El presente trabajo realizado durante el año 2013, quiere contribuir a la toma de decisiones de las autoridades Regional y Local, para el uso racional y protección de los recursos naturales, agua y suelo como fuente de la producción agropecuaria.

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zonificación en función a sus usos y potencialidades es una de las estrategias fundamentales que permite incorporar las consideraciones ambientales en las acciones de política, de desarrollo económico y social; de esta forma la zonificación del territorio es entendido como el "proceso que conduce a buscar una distribución geográfica de la población y sus actividades, de acuerdo con la integridad y potencialidad de los ecosistemas y de los recursos que proveen; buscando mejores condiciones de vida", debe considerar técnicas y actividades de gestión y planificación, organización interinstitucional, legislación, educación, investigación y monitoreo ambiental, entre otros.

Precisando esto, podemos ubicar a la zonificación territorial dentro del proceso de evaluación ambiental necesario para iniciar las actividades de ordenamiento, sobre la base del conocimiento y la información. De esta manera la zonificación es un "proceso de análisis integrado y espacial del potencial, restricciones y uso actual del medio biofísico y socioeconómico de tal manera que se identifiquen zonas o

unidades de gestión cuyas aptitudes sean propicias para el aprovechamiento, conservación, protección o recuperación del medio ambiente".

Actualmente la cuenca del río Ramis, sufre un proceso de degradación ambiental por el efecto combinado de diversos factores naturales y antrópicos. La cobertura vegetal disminuye desde hace varios siglos por la tala indiscriminada de la vegetación leñosa y por el sobre pastoreo, ocasionando una fuerte erosión del suelo. En el lago Titicaca y el río Ramis se produce una reducción de la vegetación acuática (Totora), la disminución de la población de peces nativos, y la contaminación biológica de la bahía de Puno. Las aguas del lago Titicaca se encuentran altamente contaminadas por metales pesados, producto de las actividades mineras que vierten sus aguas a río como cuerpo receptor, y por su elevada salinidad natural.

Por lo tanto en la zona del sur del Perú, especialmente en el departamento de Puno, estudios relacionados con la determinación de la evapotranspiración potencial, no existen metodologías adecuadas para la zona, es decir en función de los factores y elementos del clima de la cuenca del río Ramis; por esta razón, se plantea las siguientes interrogantes:

#### **1.1.1. Problema general**

¿De qué manera los elementos hidrometeorológicos determinan la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis?

### 1.1.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es la influencia de los factores y elementos del clima en la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis?
2. ¿Cuál es la influencia de los factores y elementos climáticos en el desarrollo de ecosistemas en la cuenca del río Ramis?

Los problemas son originados básicamente por un escaso ordenamiento de los recursos naturales, para el uso eficiente y racional de los mismos. Frente a esta situación, es necesario y prioritario desarrollar trabajos de investigación en el ámbito de la cuenca del río Ramis, en los cuales se pretende desarrollar un ordenamiento de sus recursos naturales que no solo asegure el uso y aprovechamiento eficaz de los mismos, sino también, su protección y conservación. Para la implementación de este plan de ordenamiento y manejo, principalmente en los recursos de agua y suelo es necesario conocer su comportamiento, lo cual está dentro de los objetivos de esta investigación.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

Las características climáticas de la cuenca del río Ramis, tienen factores muy especiales dentro de la gama de componentes naturales de la ecología del altiplano, interviniendo de muchas formas en la existencia y distribución de especies vegetales y animales, así como en la disponibilidad de recursos para las actividades humanas.

La principal característica de la cuenca del río Ramis, el más extenso del territorio puneño, nace en las cercanías del nevado Ananea Grande y la laguna Rinconada, con el nombre de río Carabaya, durante su recorrido viene recibiendo diferentes denominaciones según el lugar por donde discurre, asimismo va recibiendo el aporte de numerosos afluentes, los cuales son el escurrimiento del aporte pluvial. El río Ramis cuenta con una longitud aproximada de 32 km, una cuenca hidrográfica de 14 684 km<sup>2</sup>, y un caudal medio anual de 76 m<sup>3</sup>/s. Sus aguas se ven incrementadas por los deshielos de Quenamari y Quelcayo.

La precipitación varía desde unos 400 a 1200 mm/año en las partes altas de la cuenca del río Ramis. Este fenómeno, aliado a características geológicas de la región, ocasiona una fuerte gradiente de salinización de las aguas de Norte a Sur. La calidad de las aguas es buena en los tributarios de la cuenca del río Ramis, mientras que en el anillo circunlacustre la calidad de agua es muy dura, necesitando una regulación de los caudales de estiaje, y exigiendo un drenaje adecuado.

Las inundaciones afectan las partes bajas de la cuenca del río Ramis, por lo cual se requiere de un conjunto de medidas de regulación y de protección local.

En la cuenca del río Ramis, la campaña agrícola se beneficia de las lluvias (enero-marzo), cuya irregularidad ocasiona sequías, y además está azotada por frecuentes heladas; desde la antigüedad, el poblador rural de la cuenca del río Ramis adoptado una serie de estrategias de minimización de los riesgos lo que dificulta las inversiones productivas. La influencia microclimática del lago induce a una mayor concentración humana en las regiones circunlacustres, lo que causa una excesiva parcelación de la

tierra. Más del 60% de habitantes corresponden a la población rural. La mayor parte de la actividad agropecuaria está constituida por la ganadería (bovina, ovina y camélida) cuyo mal manejo se manifiesta en el sobrepastoreo.

Los ejes del programa de desarrollo se pueden simplificar en: considerar la integralidad del proceso productivo (producción. hasta comercialización), reducir los riesgos climáticos (riego, invernaderos), y contrarrestar los efectos de la degradación ambiental, mediante el uso del drenaje, el cultivo de pastos mejorados, la utilización de técnicas conservacionistas (camellones, terrazas, agroforestería), y la pesca racional.

En la actualidad la demanda del recurso hídrico en la cuenca alta, media y baja del río Ramis es cada vez mayor, debido al incremento de la potencialidad de los diversos usos y el incremento de la tasa de evaporación, existiendo en muchos casos un déficit de disponibilidad hídrica, generándose conflictos entre los diversos usuarios, no sólo por la escasez de agua sino también por la falta de equidad en su distribución.

### **1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar de qué manera los elementos hidrometeorológicos determina la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

1. Analizar cuál es la influencia de los factores y elementos del clima en la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis.
2. Determinar cuál es la influencia de los factores y elementos climáticos en el desarrollo de ecosistemas en la cuenca del río Ramis.

## **1.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Los elementos hidrometeorológicos determinan la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis.

### **1.4.2. Hipótesis específicos**

1. Los factores y elementos del clima están influenciados en la zonificación agroecológica en la cuenca del río Ramis.
2. Los factores y elementos climáticos están influenciados en el desarrollo de ecosistemas en la cuenca del río Ramis.

## CAPITULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. ANTECEDENTES

Según Terán C., Jiménez C., Gonzales C. y Villaneda E. (1998) en un artículo científico utiliza una metodología de herramientas matemático – estadísticas que permiten obtener una zonificación agroclimática más certera y objetiva; en razón de la estructura del proceso metodológico descrito, la introducción de concepciones previas se ve minimizada por la estricta secuencia de las técnicas utilizadas. La ventaja del método radica en que no requiere de rangos preconcebidos ni de la intervención subjetiva del investigador.

La variabilidad de los diferentes parámetros considerados en el proceso de zonificación (como los suelos, la vegetación y el clima), logra su expresión en el estudio a través de los usos espacial (mapas) y temporal (décadas) del SIG. La formulación de un modelo de zonificación coherente facilita la implementación de algoritmos y combinaciones que permiten lograr un análisis espacio-temporal con

resultados que se aproximan más a la realidad, así como proyecciones de resultados a través del tiempo y el espacio. El mejor conocimiento de la agroclimatología de la región de La Mojana, por el detalle logrado para cada zona, ayuda a comprender de manera más precisa las condiciones imperantes y facilita la planificación con miras a optimizar el uso de los recursos naturales en las actividades agropecuarias.

A partir del mapa de zonificación agroclimática, y su combinación con el mapa de zonas de inundación, se determinarán las zonas con limitantes para usos agropecuarios desde el punto de vista biofísico. Un futuro proceso de evaluación de las especies cultivables actuales y potenciales hará posible establecer las ventajas y desventajas de dichos cultivos con relación al agroclima, a fin de recomendar nuevos cultivos y detectar usos inapropiados de la tierra.

Según Santiago R. (2013), su trabajo consistió en realizar una zonificación agroecológica de ciertos tipos de cultivos dentro de la parroquia de Alóag/Ecuador utilizando como base un Sistema de Información Geográfica (SIG), tomando en cuenta sus requerimientos biofísicos como de precipitación, temperatura, pendiente, tipo de suelo; esto con el fin de conocer la zonas más aptas para cada tipo de cultivo.

La información que maneja este trabajo viene de algunas instituciones gubernamentales como por ejemplo la información climática que proviene del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); información edafológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) con su

dirección de Sistema Nacional de Información Geográfica para el Sector del Agro (SIGAGRO); información base como curvas de nivel, poblados, drenajes del Instituto Geográfico Militar (IGM); la fotografía aérea proporcionado por el Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS) y los requerimientos agroecológicos de los cultivos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). La combinación y el análisis de estos datos permitieron establecer una zonificación agroecológica por tipo de cultivo bastante cercana a la realidad.

Como parte del proceso se elaboró un modelo cartográfico con la herramienta ModelBuilder de ArcGis, donde simplifica, automatiza y optimiza el trabajo de la elaboración la zonificación agroecológica de cada cultivo; tomando en cuenta los factores climáticos y edafológicos que son necesarios para cada requerimiento agroecológico de cada cultivo.

Finalmente se elaboró un estudio de conflictos de uso entre las zonas que son aptas para un cultivo y el uso actual del suelo, donde se evidencio que en las zonas donde son aptas para el pasto cultivado.

Según Flores C. y Flores Q. (2011), la identificación de las zonas agroclimáticas de la cuenca de Titicaca se efectuado teniendo como base estudios anteriores y se ha considerado las siguientes sub-tipos climáticos: Sub – tipo climático “A” circunlacustre; Sub – tipo climático “B” puna húmeda; Sub – tipo climático “C” o clima

de altiplano; y Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas; cada una de ellas con sus características meteorológicas propias.

El ecosistema altiplánico, varía desde 3750 a 5800 m.s.n.m., constituyendo un llano inmenso que alberga una diversidad de especies de flora y fauna, característicos de la puna y altos andes, haciendo muy difícil el trazar un límite exacto entre las unidades cartográficas, pero con la ayuda de técnicas de percepción remota, información marginal y trabajo de campo fue delimitado. En estos últimos años se ha prestado atención creciente a los posibles riesgos ambientales que lleva consigo el desarrollo de muchas actividades entre ellos; la minería, ganadería y la acuicultura. En algunos casos los problemas medio ambientales han sido el resultado de la transformación de muchos hábitats húmedos, donde es imprescindible realizar la evaluación y seguimiento de los cambios ecológicos y socioeconómicos que condiciona el desarrollo de muchas actividades, siendo necesario tomar acciones y medidas inmediatas, con el fin de evitar el deterioro de áreas que actualmente están siendo irracionalmente utilizadas.

Según Aquize (1987), para la mejor identificación del clima de una localidad por su temperatura, es recomendable considerar primeramente el valor de la “oscilación de la temperatura” en lugar de la temperatura media. En base a esta recomendación, en la región del altiplano, cuenca del lago Titicaca, se considera cuatro zonas climáticas:

Sub – tipo climático “A” circunlacustre: se caracterizó donde el valor de la oscilación de temperatura es de 10°C a 12°C, la media es de 8.5°C entre una máxima de 15°C y una mínima de 2°C aproximadamente, como por ejemplo Puno, Juli, Capachica, Moho, etc.

Sub – tipo climático “B” puna húmeda: el valor de la oscilación de temperatura es de 13° a 15°C con una media de 7.5°C variando entre una máxima de 15° y una mínima de 1°C aproximadamente, como por ejemplo Huancané, llave, Desaguadero, Azángaro, etc.

Sub – tipo climático “C” o clima de Altiplano: donde el valor de la oscilación es de 16°C a 19°C con una temperatura media aproximada de 6.0°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -2.0°C aproximadamente, como por ejemplo Juliaca, Chuquibambilla, Lagunillas, etc.

Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas: donde el valor de la oscilación es mayor a los 20°C con una temperatura media menor a 5°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -5°C aproximadamente, como por ejemplo: Mazo cruz, Pampahuta, etc.

Según la ONERN (1965), realizó un estudio climático basado en el sistema de clasificación de Thorntwhite. Para la zona de prioridad 1 del departamento de Puno, que comprendió parte de las provincias de Puno, San Román, Melgar, Lampa y

Azángaro. Desde las orillas del lago Titicaca hasta la cordillera occidental de los Andes, se definió cuatro subtipos climáticos:

Subtipo climático "A" o clima de la ribera del lago Titicaca, ubicado entre el área que bordea al lago Titicaca y la laguna de Arapa con una extensión correspondiente al 11% del ámbito de sierra. El origen de esta variante es la acción termorreguladora del lago.

Subtipo climático "B" o "clima de Orurillo - Asillo - Azángaro", que cubre el 3% de la sierra Puneña y donde las ocurrencias de heladas son más o menos intensas. En general, las condiciones ambientales son bastante favorables para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias.

Subtipo climático "C" o "clima del altiplano", corresponde al 35% del área. Se dan los extensos pastizales y la oscilación de temperaturas diarias es superior a 10°C, las heladas son frecuentes y constantes. Por la topografía y existencia de pastizales, la ganadería es predominante.

Subtipo climático "D" o "clima de las alturas" (52% del área); son las zonas de mayor altura y topografía accidentada con suelos altamente erosionados. En esta zona, no se dan cultivos a excepción de pastos naturales; predominándolos camélidos sudamericanos.

Según el INRENA (2008), en “actualización del balance hídrico de la cuenca del río Ramis”, el área de la cuenca se observa tres zonas definidas por el factor climático:

Una zona que esta al contorno del lago Titicaca, con registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 6.8°C en Arapa y 8.0°C en Capachica. En esta área las heladas no son muy continuas y este sub tipo climático desde el punto de vista térmico, es el más apto para la agricultura extensiva, disponiéndose de 6 a 8 meses, entre setiembre y abril para las actividades agrícolas.

Otra zona, que es la más amplia, que corresponde a la zona altiplánica, limitada por la zona del contorno del lago Titicaca y la zona de cabecera de la cuenca. Esta zona se puede dividir en dos partes: una parte baja y otra parte alta; en la parte baja combinado con sus grandes extensiones de topografía plana, confiere al área una buena aptitud agrícola y ganadera, siendo de 7 meses, de setiembre a marzo, la mejor época para, las actividades agrícolas. Presenta registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 5.0°C en Ayaviri y 6.6°C en Azángaro, Progreso y Asillo. En la parte Alta de esta zona las condiciones térmicas son algo más severas que las anteriores, ya que el promedio de la temperatura de congelación es más persistente superior al de las temperaturas frías. En esta región, los periodos de fuertes heladas son muy largos, reduciendo la época apta para las actividades agrícolas a 5 a 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. Presenta registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 6.0°C en Chuquibambilla y 6.7°C en Llalli.

La zona alta de la cuenca, es de condiciones térmicas muy rigurosas, donde las temperaturas mínimas están casi siempre por debajo de los 0°C, con un clima de características extremadamente frío. La aptitud agrícola de este sub-tipo climático es prácticamente nula existiendo sólo posibilidades para el desarrollo de la ganadería autóctona. Se presenta registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 1.9°C como promedio para las zonas de Ananea, Santa Rosa.

La denominación de formaciones ecológicas altitudinales se debe a que las áreas que ocupan son pisos de altura variable sobre el nivel del mar. Estos pisos son Montano, comprendido entre 3,812 y 4,100 msnm. Sobre el cual se han desarrollado la formación vegetal Pradera o Bosque Húmedo Montano y la asociación vegetal atmosférica Bosque Húmedo Montano Matorral; el piso altitudinal Sub-Alpino, entre los 4,100 y 4,600 msnm. que comprende las formaciones Monte o Paramo muy Húmedo Sub-Alpino y Monte o Paramo Húmedo Sub-Alpino; el piso altitudinal Alpino, entre los 4,600 y 4,800 msnm.

Cabe señalar que la altitud es uno de los factores que juegan un rol de primerísima importancia en la caracterización climática de cada una de las formaciones, de tal modo que la formación Pradera o Bosque Húmedo Montano y la asociación vegetal atmosférica Bosque Húmedo Montano matorral, que ocupan los niveles más bajos

del sector estudiado (3,812 a 4,100 msnm.) son las que poseen las mejores condiciones medio ambientales. En cambio, las otras cinco formaciones que se extienden por encima de los 4,100 msnm presentan condiciones climáticas menos favorables, las cuales se van acentuando peligrosamente conforme se asciende desde el piso Sub-Alpino a los pisos Alpino y Nival, éste último arriba de los 4,800 msnm que comprende las formaciones vegetales Tundra muy Húmeda Alpino y Tundra Pluvial Alpino y finalmente el piso altitudinal Nival, situado por encima de los 4,800 msnm.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Zonas climáticas en la región del altiplano**

Para la mejor identificación del clima de una localidad por su temperatura, es recomendable considerar primeramente el valor de la “oscilación de la temperatura” en lugar de la temperatura media. En base a esta recomendación, en la región del altiplano, cuenca del lago Titicaca, se consideran cuatro zonas climáticas (Aquize, 1987).

#### **2.2.1.1. Sub – tipo climático “A” circunlacustre**

Según Aquize (1987), se caracterizó donde el valor de la oscilación de temperatura es de 10°C a 12°C, la media es de 8.5°C entre una máxima

de 15°C y una mínima de 2°C aproximadamente, como por ejemplo Puno, Juli, Capachica, Moho, etc.

#### **2.2.1.2. Sub – tipo climático “B” puna húmeda**

Según Aquize (1987), el valor de la oscilación de temperatura es de 13°C a 15°C con una media de 7.5°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de 1°C aproximadamente, como por ejemplo Huancané, llave, Desaguadero, Azángaro, etc.

#### **2.2.1.3. Sub – tipo climático “C” o clima de altiplano**

Según Aquize (1987), el valor de la oscilación es de 16°C a 19°C con una temperatura media aproximada de 6.0°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -2.0°C aproximadamente, como por ejemplo Juliaca, Chuquibambilla, Lagunillas, etc.

#### **2.2.1.4. Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas**

Según Aquize (1987), donde el valor de la oscilación es mayor a los 20°C con una temperatura media menor a 5°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -5°C aproximadamente, como por ejemplo: Mazo cruz, Pampahuta, etc.

### 2.2.2. Zona de vida o ecosistema

Según Holdridge (1967), definió el concepto zona de vida del siguiente modo: «Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo». Luego, se amplió el concepto de formaciones vegetales a zonas de vida, porque sus unidades no solo afectan la vegetación sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo, desde el punto de vista ecológico, y al fin un estilo de vida diferente.

### 2.2.3. Zonas de vida de Holdridge

Según Holdridge (1967), observó que ciertos grupos de ecosistemas o asociaciones vegetales, corresponden a rangos de temperatura, precipitación y humedad, de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas, eliminando la subjetividad al hacerlo. A estos conjuntos de asociaciones, los denominó zonas de vida. Así, las zonas de vida son conjuntos naturales de asociaciones (segundo orden en su sistema jerárquico), sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones

igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor (biotemperatura), precipitación y humedad.

Para la determinación de zonas de vida se realiza con datos de biotemperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la elevación sobre el nivel del mar, más un “Diagrama para la clasificación de zonas de vida”. De tal forma se puede ver esta clasificación en la Figura 1.

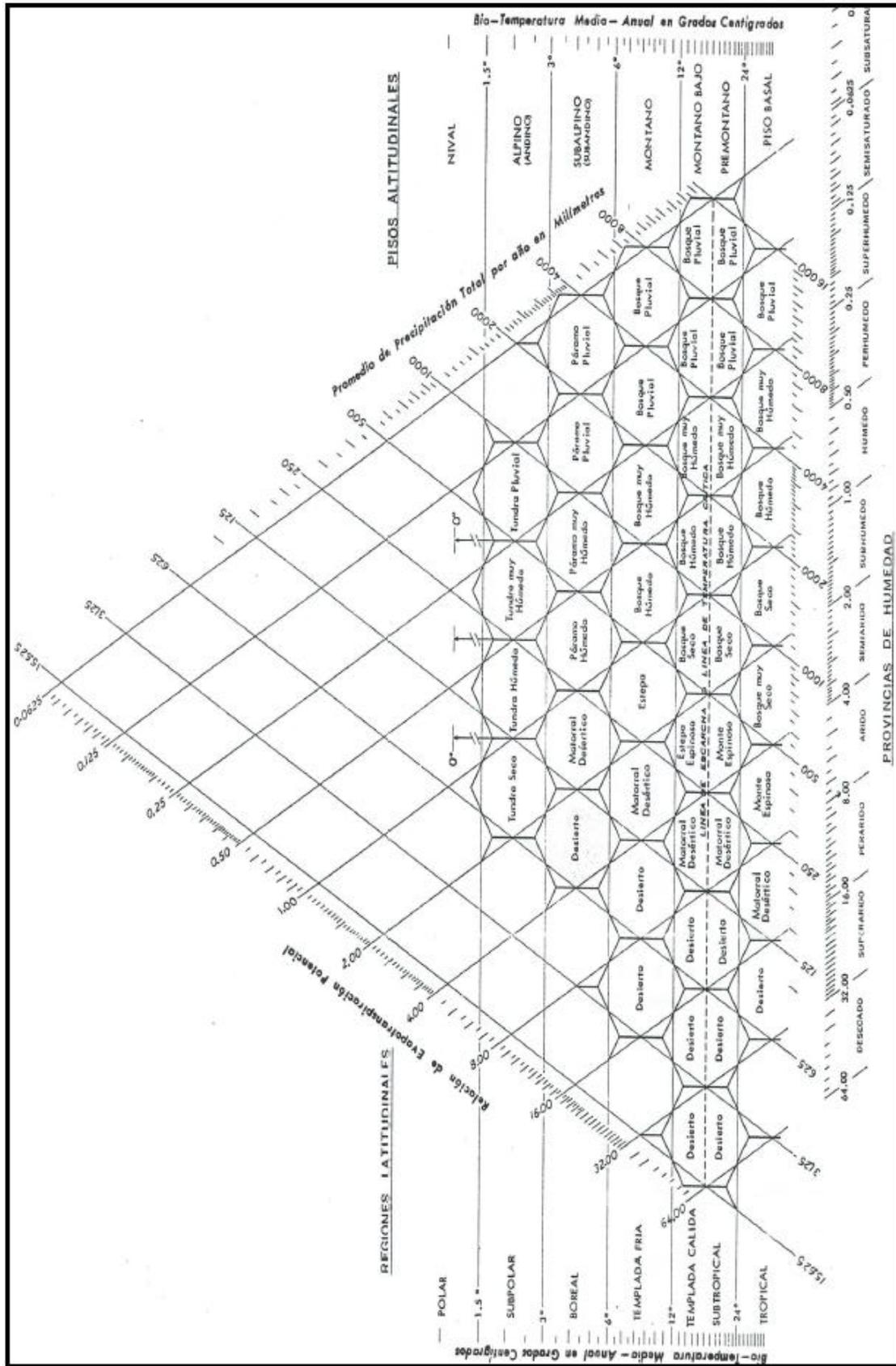


Figura 1: Diagrama para la clasificación de zonas de vida Holdridge

### **2.2.3.1. Procedimiento del uso del diagrama de para la clasificación de zonas de vida Holdridge**

La determinación de zonas de vida se realiza con datos de bio-temperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la elevación sobre el nivel del mar, más un “Diagrama para la clasificación de zonas de vida”.

Proceda de la siguiente forma:

- a) Determine la bio-temperatura promedio anual ( $T_{bio}$ ). En caso de disponer de datos de temperatura promedio mensual, se debe eliminar los meses con promedios mensuales bajo 0°C, sumar los otros y dividir entre 12. Si hay meses con valores de temperatura promedio mensual mayores a 24°C, hay que aplicar la fórmula a cada uno de estos meses antes de sumar y dividir:

$$t_{bio} = t - [3 * \text{grados latitud}/100) * (t - 24)^2]$$

Donde  $t$  = temperatura media mensual;  $t_{bio}$  = bio-temperatura media mensual. El valor de  $T_{bio}$  resultante, debe colocarse sobre el diagrama de las zonas de vida, para lo cual puede unirse el valor en la escala de bio-temperatura que aparece a ambos lados del diagrama con un línea recta.

- b) Seguidamente se toma el promedio de la precipitación anual a largo plazo y haga lo mismo que con la bio-temperatura. Las escalas de la precipitación promedio anual están en la base y parte superior derecha del diagrama de zonas de vida.

c) Lea la zona de vida. El hexágono que contenga el punto de intersección de ambas líneas es el correspondiente a la zona de vida. Esta se denomina por la fisonomía de la vegetación natural madura de la asociación climática, de la que existe solamente una en cada zona de vida, con la leyenda que contiene el hexágono (por ejemplo bosque húmedo), más el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, que aparece a la derecha del diagrama y está determinado por las diferencias en bio-temperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal, que aparece en la escala vertical al lado izquierdo del diagrama y cada uno tiene un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

#### **2.2.4. Clasificación climática**

Koppen (1990), dice, consiste en una clasificación climática mundial que identifica cada tipo de clima con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones que caracterizan dicho tipo de clima.

##### **2.2.4.1. Clima E – Polar y de alta montaña**

EB - Alta montaña. Son climas condicionados por la altura, superior a 1500 msnm y que pueden encuadrarse en las clasificaciones anteriores ya que

suponen la modificación del clima local originada por la altitud. Ciudades: Cuzco, La Paz, Bogotá, Quito, Ciudad de México, Tunja, Lhasa, Davos.

Escala Universal Termal: existe una opción para incluir información en ambos meses más cálidos y más fríos para cada clima agregando una tercera y cuarta letra, respectivamente. Las letras usadas conforman la siguiente escala:

*i* Severamente calurosos:  $T^{\circ}$  media mensual de  $35^{\circ}\text{C}$  o mayor.

*h* Muy caluroso: 28 a  $35^{\circ}\text{C}$

*a* Caluroso: 23 a  $28^{\circ}\text{C}$

*b* Cálido: 18 a  $23^{\circ}\text{C}$

*l* Templado/fresco: 10 a  $18^{\circ}\text{C}$

*k* Moderadamente frío: 0 a  $10^{\circ}\text{C}$

*o* Frío:  $-10$  a  $0^{\circ}\text{C}$

*c* Muy frío:  $-25$  a  $-10^{\circ}\text{C}$

*d* Severamente frío:  $-40$  a  $-25^{\circ}\text{C}$

*e* Excesivamente frío:  $-40^{\circ}\text{C}$  o menor

#### **2.2.5. Zonas agroecológicas en función de los registros hidrometeorológicos**

En función a la temática, Vermeulen *et al.* (2012), prioriza el conocimiento campesino y la estrecha relación existente entre los cultivos, variedades empleadas, vegetación natural y las características del clima de una zona específica. Las zonas agroecológicas están definidas por condiciones

climáticas como temperatura (relacionada a la altitud), humedad disponible (determinada por la precipitación y evapotranspiración) y la geomorfología (fondo de valle, laderas, cumbres). Son factores que condicionan los cultivos y crianzas que se puedan producir y sus niveles de producción. A este nivel, algunos factores limitantes pueden ser modificados, aunque a elevados costos energéticos.

#### **2.2.6. El sistema de Holdridge**

Vermeulen *et al.* (2012), hizo uso primero de un “sistema simple para la clasificación de las formaciones vegetales del mundo”, que luego amplió para cambiar el concepto de formaciones vegetales por el de zonas de vida, ya que sus unidades no solo afectaban a la vegetación sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo desde el punto de vista ecológico y en consecuencia un estilo de vida diferente. Definió el concepto zona de vida del siguiente modo: “Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.

#### **2.2.7. Las especies indicadoras**

Según Bolaños (1994), las especies vegetales resultan de gran ayuda a la hora de determinar distintos bioclimas y aunque la mayoría de éstas se

localizan en más de una zona de vida, otras en cambio tienen rangos naturales muy definidos, resultando de gran ayuda al ecólogo en la definición de un bioclima o en la determinación de sus líneas de cambio. Aún son de mayor ayuda las especies vegetales, en especial las arbóreas (por ser más visibles a la distancia) en la determinación de asociaciones, sea por su presencia o abundancia, dependiendo del caso. No obstante lo anterior, no debe el ecólogo aferrarse demasiado a trabajar en la identificación de zonas de vida, basado en las especies como principal apoyo. Además, cuando el técnico se desplaza a regiones o países distintos con especies no conocidas, este parámetro no le sirve de mucho.

Bolaños (1994), indica la identificación de la zona de vida en el campo sin contar con datos climáticos o con muy pocos, se basa en la fisonomía y composición de la vegetación natural del lugar, aun cuando esté alterada, inclusive el ecólogo se apoya en el paisaje mixto del uso del suelo, es decir en las distintas actividades agropecuarias, aunque con menor grado de confiabilidad respecto a la vegetación natural. El principio es que la vegetación de un lugar expresa para el ecólogo que la sabe "leer" una especie de estación climática generalizada a largo plazo, la cual representa y muestra el efecto que el clima del sitio le ha "impregnado" a través de los años, a la vegetación de ese lugar. Por lo tanto, entre más vieja sea la vegetación, más fielmente podrá ésta reflejar los efectos de ese clima a largo

plazo, en otras palabras, lo más confiable y fácilmente interpretable resulta la vegetación natural inalterada del lugar.

#### **2.2.8. Elementos climáticos**

Monkhouse F. (1978), dice en meteorología, se define como elementos del clima al conjunto de componentes que caracterizan el tiempo atmosférico y que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, llamada tropósfera. Estos componentes o elementos son el producto de las relaciones que se producen entre distintos fenómenos físicos que les dan origen que a su vez se relacionan con otros elementos y resultan modificados por los factores climáticos. Aunque son elementos obtenidos en el campo de la meteorología, su estudio a largo plazo, 30 años o más, fundamenta las bases científicas de la climatología y de ahí la estrecha relación entre la meteorología y climatología.

Los principales elementos del clima son:

- Temperatura: es la cantidad de energía calórica acumulada en el aire.
- Precipitaciones: agua que cae sobre la superficie terrestre, puede ser en forma líquida o sólida.
- Humedad: es la cantidad de vapor de agua contenida en el aire
- Vientos: es el movimiento del aire en la atmósfera
- Radiación solar

- Presión atmosférica: es el peso que ejerce una masa de aire sobre la superficie terrestre.

### 2.2.9. Factores climáticos

Monkhouse F. (1978) los factores del clima son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo a su interacción y a su presencia e intensidad se determinan las características particulares de los diversos tipos de clima que existen en el mundo.

Los principales factores del clima son:

- Latitud: Es la distancia medida en grados desde el ecuador a un punto cualquiera de la Tierra. Cuanto mayor es esa distancia, mayor es la latitud. A mayor distancia del ecuador la temperatura es menor es decir, hace más frío.
- Altitud: es la altura medida en metros a partir del nivel medio del mar (0 metros) a un punto cualquiera de la superficie terrestre. A mayor altitud menor presión atmosférica y menor temperatura. Por cada 1.000 metros de altitud la temperatura disminuye 6 grados Celsius. Esto es, cuando ascendemos hace más frío.
- Distancia al mar: las tierras cercanas al mar presentan climas marítimos (húmedos) y las zonas lejanas climas continentales (secos).
- Temperatura de las corrientes marinas: las zonas terrestres frías se transforman en templadas por acción de las corrientes marinas cálidas y al contrario las áreas templadas reciben influencia de las corrientes frías.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.3.1. Cuenca del río Ramis**

La cuenca del río Ramis está enmarcado dentro del departamento de Puno, ocupa las superficies de las provincias de Azángaro, Carabaya, Lampa, Melgar y San Antonio de Putina, y parte de las provincias de Sandía, San Román y Huancané.

La cuenca del río Ramis está formada por las cuencas de los ríos Ayaviri y Azángaro. La superficie total de la cuenca del río Ramis es de 14,705.89 Km<sup>2</sup>, su altitud máxima y mínima es de 5,750 y 3,802 msnm., respectivamente, y su altitud media es de 4,312.09 msnm. La longitud de curso más largo es de 363.49 Km. con una pendiente media de 1.13%. Pluviométricamente es una cuenca con buen rendimiento hídrico. La precipitación total anual en la cuenca varia de 575.2 mm. (Taraco) a 855 mm. (Crucero). Los valores más altos se registran en el entorno del Lago Titicaca y en el parte Alta de la cuenca. Las temperaturas más bajas se producen en el mes de julio, mientras que las más elevadas se registran de noviembre a marzo, por lo general centradas en enero, INRENA (2008).

### **2.3.2. Río Ramis**

El río Ramis es el río más largo de la cuenca del Titicaca. Nace en las cercanías del nevado Ananea Grande y la laguna La Rinconada a 5828 msnm, con el nombre de río Carabaya. Durante su recorrido recibe diversos nombres de acuerdo al lugar.

Cerca al lugar denominado Progreso, recibe el aporte del río Quenamari, formando el río Azángaro. Aguas abajo éste confluye con el río Pucará y pasa a llamarse río Ramis por 32 kilómetros hasta su desembocadura en el lago Titicaca, pero desde su nacimiento hasta la desembocadura en el Titicaca, recorre 299 kilómetros aproximadamente. El caudal medio anual del río Ramis es de 76 m<sup>3</sup>/s.

Este río nace con el nombre de río Carabaya en la laguna de la Rinconada, recorre paralelo a la cordillera de Carabaya con rumbo noroeste hasta el distrito de Potoni en donde cambia su curso con rumbo al sur. Recibe el nombre de río Azángaro desde su confluencia con el río Ñuñoa y desde su confluencia con el río Ayaviri pasa tomar el nombre de río Ramis, en el distrito de Achaya, desde donde toma rumbo este y describe una curva hasta su desembocadura en el lago Titicaca en el distrito peruano de Taraco. El río Ramis cuenta con una longitud aproximada de 32 km, una cuenca hidrográfica de 14 684 km<sup>2</sup>, y un caudal medio anual de 76 m<sup>3</sup>/s. Sus aguas se ven incrementadas por los deshielos de Quenamari y Quelcayo, (SENAMHI, 2007).

### 2.3.3. Agroecológica

La agroecología es una disciplina científica que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva ecológica y socioeconómica. También se considera que es el fundamento científico de la agricultura orgánica, ya que brinda conceptos y principios ecológicos para analizar, diseñar, administrar y conservar los recursos de los sistemas agrícolas,

incorpora ideas sobre una agricultura más ligada al medio ambiente y más sensible socialmente; centrada no sólo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema y además ha surgido como un enfoque nuevo al desarrollo agrícola, más sensible a las complejidades de las agriculturas locales, al ampliar los objetivos y criterios agrícolas, para abarcar propiedades de sustentabilidad, seguridad alimentaria, estabilidad biológica, conservación de los recursos y equidad, junto con el objetivo de una mayor producción, (Vijaya *et al.*, 2012)

#### **2.3.4. Hidrometeorología**

La hidrometeorología es una ciencia climática que muchas veces es confundida con la hidrología o es tomada como una vertiente de la misma. En muchos otros casos es considerada también una rama de las ciencias meteorológicas orientada a la hidrología. Su descripción más acertada es aquella que afirma que se trata de una ciencia que reúne teorías y estudios de otras tantas ciencias como la meteorología, la climatología, se influencia de aspectos químicos y físicos y se enfoca principalmente en el estudio del agua de la tierra, (Vijaya *et al.*, 2012).

#### **2.3.5. Zonificación**

FAO (1993), indica que la zonificación divide la superficie en unidades más pequeñas en base a la distribución de suelo, relieve y clima. El nivel de detalle en el que se define una zona depende de la escala del estudio y en ocasiones de la capacidad de los equipos para el procesamiento de los datos. El estudio

de ZAE realizado en Kenia, distingue celdas agro-ecológicas (AECs), que son las unidades básicas de evaluación y de procesamiento de datos, de zonas agro-ecológicas, que son unidades espaciales trazadas sobre un mapa de suelos. Mientras que cada AEC posee una única combinación de características de suelo y clima, referidos a un tipo de suelo particular, las zonas agro-ecológicas pueden contener un conjunto de características, relacionando diferentes tipos de suelo dentro de la misma unidad cartográfica. A veces se aplican definiciones aún más generales a las zonas agro-ecológicas, para compaginar varias unidades cartográficas de suelo o zonas climáticas con propiedades similares, aunque no idénticas.

### **2.3.6. Zonificación agroecológica**

FAO (1997), la zonificación agro-ecológica (ZAE), de acuerdo con los criterios de FAO, define zonas en base a combinaciones de suelo, fisiografía y características climáticas. Los parámetros particulares usados en la definición se centran en los requerimientos climáticos y edáficos de los cultivos y en los sistemas de manejo bajo los que éstos se desarrollan. Cada zona tiene una combinación similar de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras, y sirve como punto de referencia de las recomendaciones diseñadas para mejorar la situación existente de uso de tierras, ya sea incrementando la producción o limitando la degradación de los recursos.

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA Y MATERIALES

#### 3.1. EXTENSIÓN Y UBICACIÓN

##### 3.1.1. Extensión

La cuenca del río Ramis por sus características físico naturales, constituye el elemento de mayor importancia, la superficie total de la cuenca del río Ramis es de 14,705.89 Km<sup>2</sup>, con una variación altitudinal de 5,334 a 3,800 m.s.n.m., representa el 26% de la cuenca del lago Titicaca y el río Ramis representa el primero de los afluentes principales hacia el lago Titicaca.

La superficie de la cuenca del río Ramis, se encuentra dentro de la región Puno, abarca las provincias de Azángaro, Carabaya, Lampa, Melgar y San Antonio de Putina.

### **3.1.2. Ubicación**

La cuenca del río Ramis presenta la siguiente ubicación geográfica, hidrográfica, y administrativa.

#### **3.1.2.1. Ubicación geográfica**

La cuenca del río Ramis tiene la siguiente ubicación geográfica:

##### **Coordenadas Geográficas:**

Latitud Sur: 14°03'26.6" - 15°27'33.7"

Longitud Oeste: 69°25'26.4" - 71°07'4.7"

##### **Coordenadas UTM (WGS84):**

Norte: 8'445,867.41 – 8'289,725.28

Este: 454,221 – 272,732.8

**Variación Altitudinal:** 5,334 – 3,800 m.s.n.m

### **3.1.2.2. Ubicación hidrográfica**

Hidrográficamente la cuenca del río Ramis pertenece a la hoya del lago Titicaca y tiene los siguientes límites:

Norte: con la cuenca del río Vilcanota e Inambari, Este: con la cuenca del río Suches y Huancané, Sur: con parte del lago Titicaca y cuenca del río Coata, Oeste: con las cuencas de los ríos Apurímac y Colca.

### **3.1.2.3. Ubicación administrativa**

La entidad administrativa que regula el uso de los recursos hídricos en la cuenca del río Ramis es la Administración Local de Aguas Ramis, la que tiene una dependencia, también de orden administrativo del Ministerio de Agricultura a través de la Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA y de la Dirección Regional Agraria Puno. Las entidades, en orden jerárquico, que enmarcan la gestión hídrica en la cuenca del río Ramis se listan a continuación:

- ✓ Ministerio de Agricultura
- ✓ Dirección Regional Agraria Puno
- ✓ SERNAND
- ✓ Municipalidades distritales y provinciales
- ✓ Gobierno Regional
- ✓ Administración Local de Aguas Ramis

### 3.1.3. Clima

Los valores más altos se registran en el entorno del lago Titicaca y en el parte alta de la cuenca. Las temperaturas más bajas se producen en el mes de Julio, mientras que las más elevadas se registran de noviembre a marzo, por lo general centradas en enero. Pluviométricamente es una cuenca con buen rendimiento hídrico. La precipitación total anual en la cuenca varía de 575.2 mm. (Taraco) a 855 mm. (Crucero).

### 3.1.4. Características de la cuenca

La cuenca del río Ramis está formada por las cuencas de los ríos Ayaviri y Azángaro. La superficie total de la cuenca del río Ramis es de 14,705.89 Km<sup>2</sup>, su altitud máxima y mínima es de 5,750 y 3,802 msnm., respectivamente, y su altitud media es de 4,312.09 msnm. La longitud de curso más largo es de 363.49 Km. con una pendiente media de 1.13%.

### **3.2. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS DEL CLIMA EN LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS**

Para la identificación del clima de una localidad por su temperatura, es recomendable considerar primeramente el valor de la “oscilación de la temperatura” en lugar de la temperatura media. En base a esta recomendación, en la región del altiplano, se considera cuatro zonas climáticas Aquize, (1987).

Para efectos de este trabajo se ha adoptado esta sugerencia y se utilizó las extensiones SpatialAnalyst, 3D Analyst y Geo processing del programa ArcView 3.2, se aplicó la herramienta para crear contornos con una interpolación Spline y también se aplicó la herramienta para cortar (clip). Se hicieron isolíneas de: temperatura media mensual, oscilación media mensual y precipitación total mensual, todas con información de las estaciones meteorológicas operativas en la actualidad en toda la región Puno, pertenecientes a la cuenca del río Ramis. Las estaciones meteorológicas con las cuales se ha elaborado el presente trabajo, pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, con sus respectivas coordenadas geográficas convertidas a coordenadas UTM, luego con el uso de la herramienta ArcGis 10, se ha ubicado en el mapa de la cuenca del río Ramis. La zonificación agroecológica se obtenido mediante el uso del criterio de Koppen, que consiste en hallar la oscilación térmica, la misma que resulta de la operación matemática de sustraer de la temperatura máxima la mínima, esta diferencia resultante es la oscilación térmica para cada una de las estaciones ubicadas en la cuenca del río Ramis.

### 3.2.1. Recopilación y sistematización de la información

Se realizó la recopilación de información secundaria de SENAMHI. Para llegar a los resultados propuestos, se debe considerar para cada área temática información secundaria y primaria relacionada a los siguientes aspectos (ver siguiente esquema).

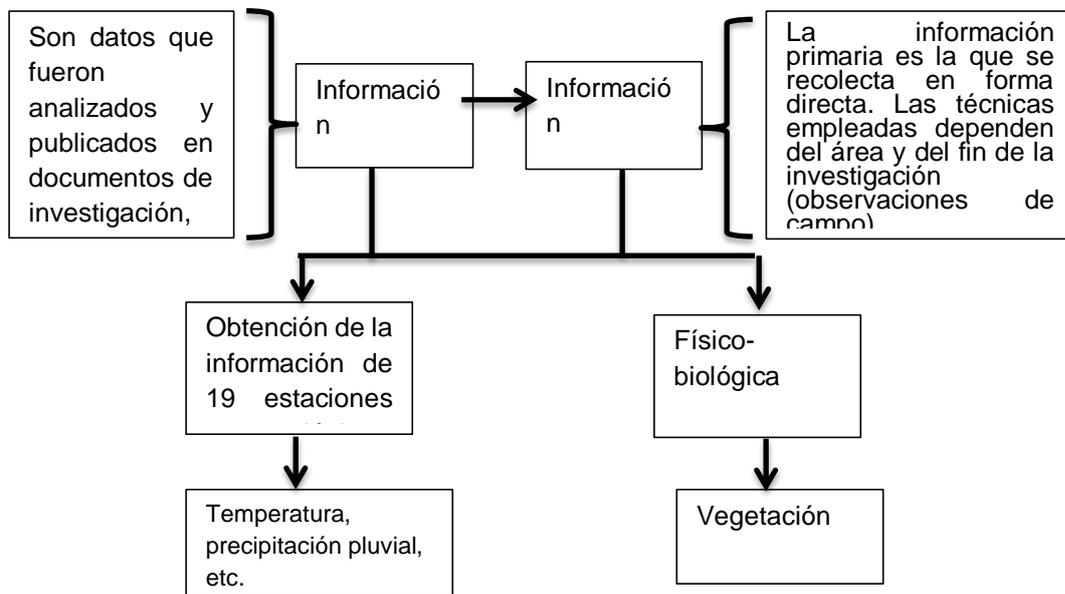
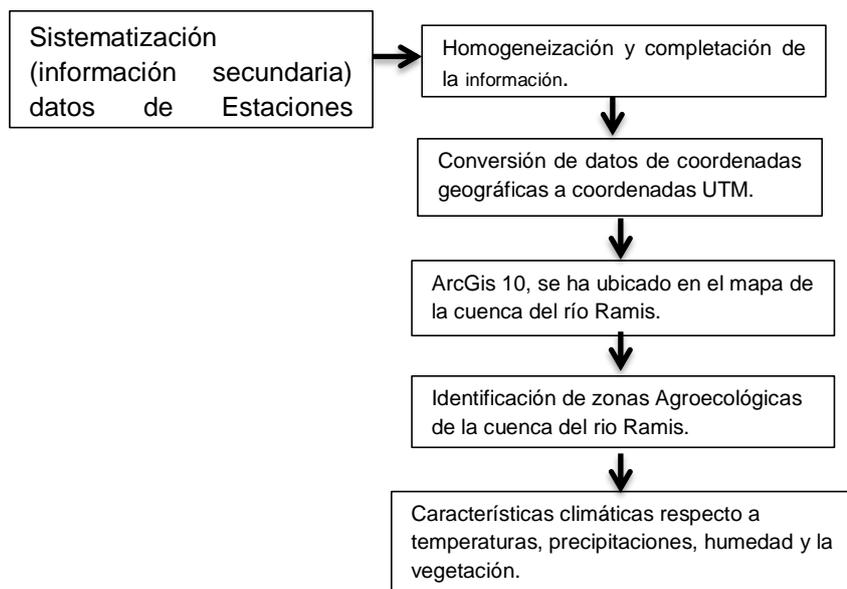


Figura 2: Esquema de recopilación de la información



### 3.3. MÉTODO PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE ECOSISTEMAS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS

#### 3.3.1. Zonas de vida

La realización de la zonificación agroecológica, parte de la existencia de información temática básica sobre los componentes ambientales y se basa sustancialmente en la definición de unidades homogéneas o ambientales, tanto naturales como culturales mediante la superposición de mapas temáticos. Así mismo, dentro de cada unidad ambiental, de acuerdo a los criterios de manejo y conservación de ecosistemas, se define el potencial, la fragilidad y vulnerabilidad con lo cual se establece el ordenamiento territorial, y por otro lado sobre esta situación física se analiza el componente humano y su dinámica, con dichos datos se establece la zonificación agroecológica.

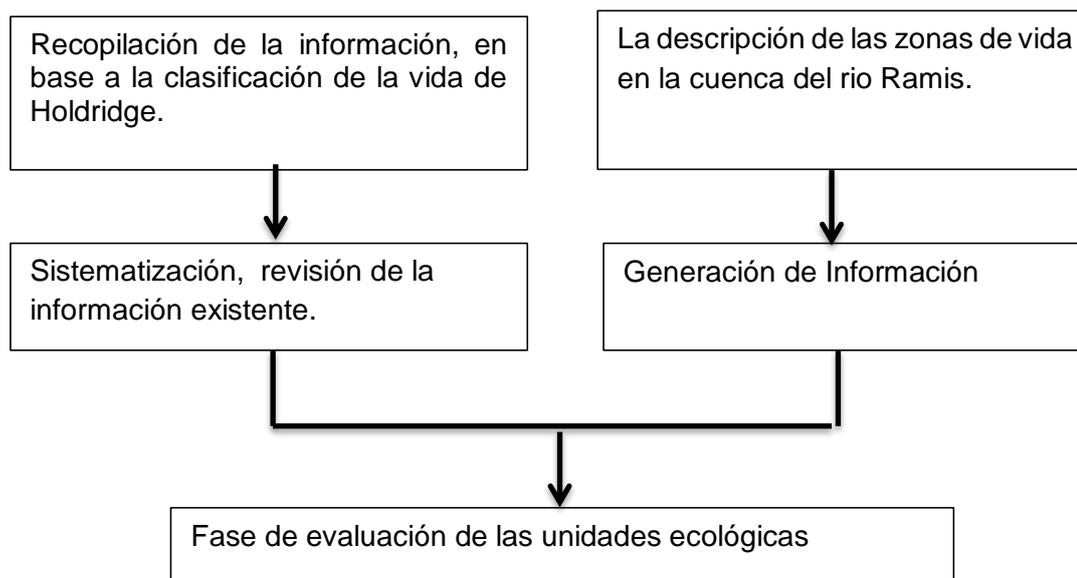


Figura 4: Recopilación de la información

### 3.3.2. Determinación de las zonas de vida o ecosistemas

La determinación de zonas de vida se realiza con datos de bio-temperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la elevación sobre el nivel del mar, más un “Diagrama para la clasificación de zonas de vida”. Proceda de la siguiente forma:

- a) Determine la bio-temperatura promedio anual ( $T_{bio}$ ). En caso de disponer de datos de temperatura promedio mensual, se debe eliminar los meses con promedios mensuales bajo 0°C, sumar los otros y dividir entre 12. Si hay meses con valores de temperatura promedio mensual mayores a 24°C, hay que aplicar la fórmula a cada uno de estos meses antes de sumar y dividir:

$$t_{bio} = t - [3 * \text{grados latitud}/100) * (t - 24)^2 ]$$

Donde  $t$  = temperatura media mensual;  $t_{bio}$  = bio-temperatura media mensual.

El valor de  $T_{bio}$  resultante, debe colocarse sobre el diagrama de las zonas de vida, para lo cual puede unirse el valor en la escala de bio-temperatura que aparece a ambos lados del diagrama con un línea recta.

- b) Seguidamente se toma el promedio de la precipitación anual a largo plazo y haga lo mismo que con la bio-temperatura. Las escalas de la precipitación promedio anual están en la base y parte superior derecha del diagrama de zonas de vida.

- c) Lea la zona de vida. El hexágono que contenga el punto de intersección de ambas líneas es el correspondiente a la zona de vida. Esta se denomina por la fisonomía de la vegetación natural madura de la asociación climática, de la que existe solamente una en cada zona de vida, con la leyenda que contiene el hexágono (por ejemplo bosque húmedo), más el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, que aparece a la derecha del diagrama y está determinado por las diferencias en bio-temperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal, que aparece en la escala vertical al lado izquierdo del diagrama y cada uno tiene un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

### **3.4. LOS MAPAS TEMÁTICOS A ESCALA MAS ADECUADA DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS UNIDADES TEMÁTICAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA**

La realización de la zonificación agroecológica, parte de la existencia de información temática básica sobre los componentes ambientales se basa sustancialmente en la definición de unidades homogéneas o ambientales, tanto naturales como culturales mediante la superposición de mapas temáticos. Así mismo, dentro de cada unidad ambiental, de acuerdo a los criterios de manejo y conservación de ecosistemas, se define el potencial, la fragilidad y vulnerabilidad con lo cual se establece el ordenamiento territorial, y por otro lado sobre esta situación física se analiza el componente humano y su dinámica, con dichos datos se establece la zonificación agroecológica.

El mapa temático de temperatura media anual resulta de la operación matemática o estadística descriptiva que consiste en sumar las medias anuales de las temperaturas máximas y mínimas, luego dividir entre dos.

Los mapas temáticos de temperaturas máximas se han obtenido mediante el uso de la estadística descriptiva, que consiste en obtener medias mensuales, medias anuales y media del periodo registrado.

El mapa temático de las temperaturas mínimas se ha obtenido mediante el uso de la estadística descriptiva que consiste en obtener medias mensuales, medias anuales y media del periodo registrado.

El mapa temático de las precipitaciones pluviales se ha obtenido mediante el uso de la estadística descriptiva, que consiste en sumar los totales mensuales, sumar los totales anuales y promediarlas por la cantidad de años registrados.

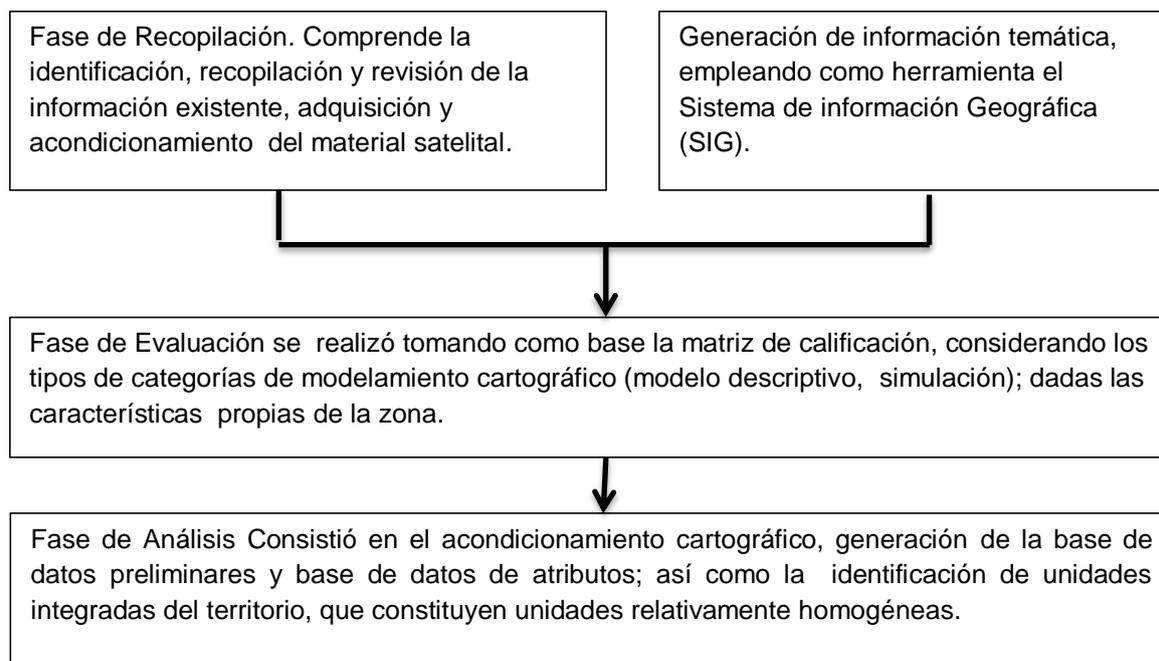


Figura 5: Fases de la recopilación de la información

La metodología de la FAO para la zonificación agroecológica (ZAE) fue diseñada para computadoras, mediante el uso Sistemas de Información Geográfica (SIG), el cual implica la combinación de capas de información espacial para definir zonas. Las investigaciones más avanzadas de ZAE incorporan una serie de bases de datos, enlazadas a un SIG y relacionadas con modelos computarizados, que tienen múltiples aplicaciones potenciales en el manejo de los recursos naturales y la planificación del uso de las tierras. Utilizando estas técnicas, la ZAE proporciona un marco global para la evaluación y planificación de los recursos de tierras, (FAO, 1997).

### 3.5. MATERIALES Y RECURSOS

#### 3.5.1. Recurso humano

El ejecutor, Director.

Apoyo de profesionales de otros áreas (Ing. Agronómica, Biólogos, Sociólogos, etc.).

#### 3.5.2. Materiales meteorológicos

Los datos meteorológicos fueron proporcionados por la Oficina de del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Puno (SENAMHI). Las estaciones meteorológicas de diferentes categorías están ubicadas en diferentes zonas de la cuenca del río Ramis.

Los datos meteorológicos utilizados son:

Temperaturas: medias mensuales, máximas, mínimas, y oscilación, precipitación: media mensual, humedad, vientos, radiación solar, presión atmosférica.

TABLA 01: ESTACIONES METEOROLÓGICAS PERTENECIENTES A LA CUENCA DEL RÍO RAMIS

COORDENADAS GEOGRAFICAS				COORDENADAS UTM		
N°	ESTACION	LATITUD (S)	LONGITUD (W)	ALTITUD	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	ANANEA	14°40'42,4"	69°32'03,3"	4660	442478.47	8377171.03
2	ARAPA	15°08'10.5"	70°07'05.6"	3830	379852.59	8326297.9
3	AYAVIRI	14°52'21.6"	70°35'34.4"	3928	328632.33	8355146.03
4	AZANGARO	14°54'51.7"	70°11'26.7"	3863	371926.62	8350803.46

5	CHUQUIBAMBILLA	14°47'05.2"	70°42'56.5"	3971	440918.99	8365406.09
6	CRUZERO	14°21'51.1"	70°01'33.3"	4183	389381.94	8411749.29
7	CUYO CUYO	14°29'20.1"	69°32'56.4"	3910	440839.75	8398129.93
8	HUANCANE	15°12'05.4"	69°45'12.8"	3890	419061.49	8319247.45
9	JULIACA	15°26'39"	70°12'28.2"	3826	370412.52	8292182.47
10	LAMPA	15°40'24.4"	70°22'19.6"	3892	352947.53	8266710.09
11	LIMBANI	14°09'13.5"	69°42'20.2"	3320	423849.73	8435154.94
12	LLALLY	14°56'11.5"	70°53'09.4"	3980	297155.22	8347833.61
13	MACUSANI	14°04'12"	70°26'20.7"	4345	344624.92	8444057.59
14	MUÑANI	14°46'01"	69°57'06.5"	3948	397559.68	8367233.84
15	PROGRESO	14°41'24.4"	70°01'24.7"	3980	389801.11	8375699.01
16	PUCARA	15°02'44.2"	70°21'59.9"	3900	353095.17	8336174.35
17	PUTINA	14°54'52.6"	69°52'03.9"	3878	406670.36	8350022.65
18	SANTA ROSA	14°37'25.5"	70°47'11.5"	3986	307575.81	8382530.67
19	TARACO	15°10'10.5"	69°58'11.6"	3820	395600.6	8306967.85

Fuente: SENAMHI Puno.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zonificación ecológica en función de los elementos climáticos, presenta un primer nivel de análisis en la definición de áreas y potencialidades para el ordenamiento del uso del espacio, a partir de la cual se pueden realizar zonificaciones más detalladas y específicas a modo de lente de aumento denominados meso y

microzonificación con propósitos más específicos en el desarrollo sustentable en la cuenca del río Ramis, se usaron los criterios de Koppen (1990), que tiene una clasificación a nivel mundial, la clasificación del clima local originada por la altitud, por otra parte Pulgar (1987), priorizó el conocimiento campesino y la estrecha relación existente entre los cultivos, variedades empleadas, vegetación natural y las características del clima de una zona específica. En el cuadro 02, se mostraron las estaciones meteorológicas pertenecientes a la cuenca del río Ramis, con sus respectivas coordenadas geográficas y coordenadas UTM, con los que se trabajó para demostrar los resultados. En el plano N° 01 (anexos), se muestra la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas.

#### **4.1. INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS DEL CLIMA EN LA ZONIFICACIÓN AGROECOLOGICA EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS**

##### **4.1.1. Identificación de las zonas agroecológicas de la cuenca del río Ramis según la oscilación térmica**

En la parte baja de la cuenca del río Ramis a orillas del lago Titicaca es circunlacustre perteneciente al altiplano. La cuenca del río Ramis comprende las provincias de Azángaro, Carabaya, Lampa, Melgar y San Antonio de Putina, y parte de las provincias de Sandia, San Román y Huancané, donde se identificó las diferentes cuatro zonas sub – tipo climático (ver plano N°08):

#### **4.1.1.1. Sub – tipo climático “A” circunlacustre**

Esta sub zona corresponde al área que bordea al lago Titicaca y la laguna de Arapa, el origen de esta variante climática se encuentra en la acción termorreguladora del lago Titicaca, la cual consiste en la absorción del calor durante las horas de sol y su pérdida lenta en las noches, permitiendo que los vientos del sur este (SE), que soplan sobre el agua, se calientan y humedecen, elevando y manteniendo constantemente las temperaturas, se encuentra a una altitud de 3835 a 3850 m.s.n.m., según anexos los resultados del plano N°06 Isolíneas de la oscilación térmica anual de temperatura de la cuenca del río Ramis para fines de zonificación agroecológica, la oscilación térmica varía de 15.0°C a 17.0°C; y según los resultados obtenidos del plano N°05 isolíneas de temperatura media anual de la cuenca del río Ramis, la temperatura media varían de 7.0°C, a 9.0°C, y según los planos N°03 y N°04 isolíneas de temperatura máxima y mínima anual de la cuenca del río Ramis, las temperaturas varía de 16.0°C, a -3.0°C., con precipitaciones mayores a los 700 mm al año.

Este sub-tipo climático es el más favorable de todos para las actividades agrícolas, así como el engorde de ganado vacuno, debido a que el fenómeno descrito evita las caídas de las temperaturas mínimas, los pobladores son en su gran mayoría pequeños productores individuales agrupados en comunidades campesinas. Asimismo, los suelos tienen aptitud para la producción de papa, quinua, haba, cañihua, olluco y hasta maíz. Tienen diversas actividades aparte de la agricultura; se dedican

también el comercio y pesca. Migran frecuentemente a los centros urbanos para desarrollar diversas ocupaciones con el fin de obtener un mayor ingreso familiar.

## **DISCUSIÓN**

Según Aquize (1987), caracterizó el valor de la oscilación de temperatura de 10°C a 12°C, la media es de 8.5°C, entre una máxima de 15°C, y una mínima de 2°C. La oscilación térmica mínima tiene una variación de 5°C y la máxima de 5°C, la media se encuentra dentro del rango de los resultados obtenidos, con una máxima que varía de 1°C, y una mínima que varía de -5°C hacia abajo.

Según la ONERN (1965), la precipitación varía de 700 mm. a 737 mm., con temperaturas mínimas que varían entre 5°C a -1°C. La precipitación es igual a los resultados obtenidos, la temperatura mínima que se obtuvo tiene una diferencia de -2°C a los resultados de la ONERN.

Según Flores C. (2011), con temperaturas promedio que oscilan entre 9.5°C y 5.5°C. En base a los resultados que se obtuvo de 7.0°C y 9.0°C se encuentran dentro del rango de temperatura.

Según el INRENA, con registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 6.8°C en Arapa y 8.0°C en Capachica.

En base a las isotermas de temperatura mínima se dieron como resultados por Arapa de 2°C, en la cual tiene una variación de -4.8°C.

#### **4.1.1.2. Sub – tipo climático “B” puna húmeda**

Para esta sub zona, se encuentra a una altitud de 3850 a 3900 m.s.n.m., según los resultados (anexos), la oscilación térmica varía de 17.0°C a 18.0°C; y según los resultados obtenidos del plano N°05 isolíneas de temperatura media anual de la cuenca del río Ramis, la temperatura media varían de 8.0°C a 9.0°C, y según los planos N°03 y N°04 isolíneas de temperatura máxima y mínima anual de la cuenca del río Ramis, las temperaturas varían de 16.5°C a 0°C., con precipitaciones que llegan a los 650 mm.

Este sub-tipo climático tiene condiciones ambientales bastante favorables para el desarrollo de las explotaciones agropecuarias. La presencia de pastizales de buena calidad hace que esta zona sea potencialmente productiva en ganadería extensiva. Asimismo, los suelos tienen aptitud para la producción de papa y quinua. El efecto termorregulador del lago Titicaca es mínimo. Toda la zona agroecológica está influenciada por la presencia de las subcuencas de los ríos Ayaviri, Azángaro, Pucará, que luego son depositarios del Río Ramis; y la subcuenca del río Ilave.

## DISCUSIÓN

Según Aquize (1987), la oscilación de temperatura es de 13°C a 15°C con una media de 7.5°C. La oscilación térmica mínima tiene una variación de 2°C y la máxima de 2°C, la media se encuentra dentro del rango de los resultados obtenidos.

Según la ONERN (1965), la precipitación varía de 600 mm. a 850 mm., con temperaturas mínimas que varían entre 3.7°C a -8°C. La precipitación que se obtuvo fue de 650 mm. de las cuales se encuentra dentro del rango de los resultados de la ONERN, la temperatura mínima que se obtuvo en los resultados fue de 0°C para lo cual se encuentra dentro del rango de los resultados de la ONERN pero con una diferencia de -8°C con la mínima.

Según Flores C. (2011), se caracteriza por que recibe mayor cantidad de precipitación, que llega a los 760 mm., tiene temperaturas máximas y mínimas promedio de 13°C y 6°C. respectivamente, el rango de oscilación indica que las temperaturas sufren fuertes descensos ocasionado la presencia de heladas más o menos intensas. La precipitación que se obtuvo de 650 mm. de los resultados es considerable ya que Flores C. (2011), indica que su resultado llega a los 760 mm. pero hay una diferencia de 110 mm. de precipitación. En base a temperaturas máximas y mínimas hay diferencias de 1°C.

Según el INRENA (2008), presenta registros de límite superior de temperaturas mínimas que oscila alrededor de 5.0°C en Ayaviri y 6.6°C en Azángaro, Progreso y Asillo. En base a las Isotermas de temperatura mínima se dieron como resultados de hasta 1°C por Ayaviri, Azángaro, Progreso y Asillo, con una diferencia de -4°C.

#### **4.1.1.3. Sub – tipo climático “C” o clima de altiplano**

Para esta sub zona, se encuentra a una altitud de 3900 a 4000 m.s.n.m., según los resultados (anexos), la oscilación térmica varía de 18.0°C a 19.0°C; según los resultados obtenidos del plano N°05 isolíneas de temperatura media anual de la cuenca del río Ramis, la temperatura media varían de 8.0°C, a 7.0°C, y según los planos N°03 y N°04 isolíneas de temperatura máxima y mínima anual de la cuenca del río Ramis, las temperaturas varían de 17.0°C, a -2.0°C., con una precipitación pluvial de 600 mm al año.

En este sub-tipo climático las heladas son de fuerte intensidad y que abarcan un período de ocurrencias, por lo que la agricultura debe estar supeditada exclusivamente a plantas resistentes a temperaturas bajas. No obstante, la fotografía, los suelos y las buenas especies de pastos naturales constituyen muy buenas para el desarrollo de la ganadería de tipo lanar y fibra, la ganadería es predominante.

## DISCUSIÓN

Según Aquize (1987) donde el valor de la oscilación es de 16°C a 19 °C con una temperatura media aproximada de 6.0°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -2.0°C. La oscilación térmica mínima tiene una variación de 1°C y la máxima es igual a los resultados obtenidos, la media tiene una variación de 1°C con la mínima y de 3°C con la máxima, con una máxima que varía de 2°C, y una mínima que es igual a los resultados obtenidos.

Según la ONERN (1965), la oscilación de temperaturas diarias es superior a 10°C, las heladas son frecuentes y constantes. La oscilación de los resultados obtenidos máxima es 17°C y una mínima de 19°C, pues son muy superiores a los 10°C, con una variación de 7°C con la mínima y 9°C con la máxima, y las temperaturas son bajas.

Según Flores C. (2011), las temperaturas promedio máxima y mínima están alrededor de los 13°C y 3°C., respectivamente, comprendiendo un amplio rango de oscilación. Las precipitaciones pluviales alcanzan promedio anual de 672 mm, en promedio. Las temperaturas promedio máxima y mínima varían entre 1°C y 2°C, las precipitaciones que se obtuvo en los resultados es de 600 mm., la variación es de 72mm.

#### **4.1.1.4. Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas**

Según los resultados se encuentra a una altitud de los 4000 m.s.n.m. a más, según los resultados obtenidos en (anexo), el valor de la oscilación térmica es mayor a los 19°C; debido a la falta de estaciones meteorológicas en las partes altas de la cuenca del río Ramis no se pudo obtener resultados exactos en base a temperaturas, según las Isolíneas de precipitación, llegan hasta los 1300 mm. aproximadamente.

### **DISCUSIÓN**

Según Aquize (1987) donde el valor de la oscilación es mayor a los 20°C con una temperatura media menor a 5°C variando entre una máxima de 15°C y una mínima de -5°C. La variación de la oscilación térmica de acuerdo a los resultados obtenidos es de 1°C, en referencia a otras estaciones a la misma altitud oscilan temperaturas bajas. Debido a la falta de información de estaciones meteorológicas no se tiene bien claro su oscilación térmica, pero si se pudo observar en base a la vertiente del Titicaca este tipo subclimático “D”, en la parte sur de la región de Puno.

Según a otros autores (Aquize, 1987; Flores C. y Flores Q., 2011; ONERN, 1965) este tipo subclimático “D”, es muy notorio en resultados en la parte sur de la región de Puno como: Mazo Cruz, y casi al centro en la parte Oeste de la región de Puno como: Pampahuata.

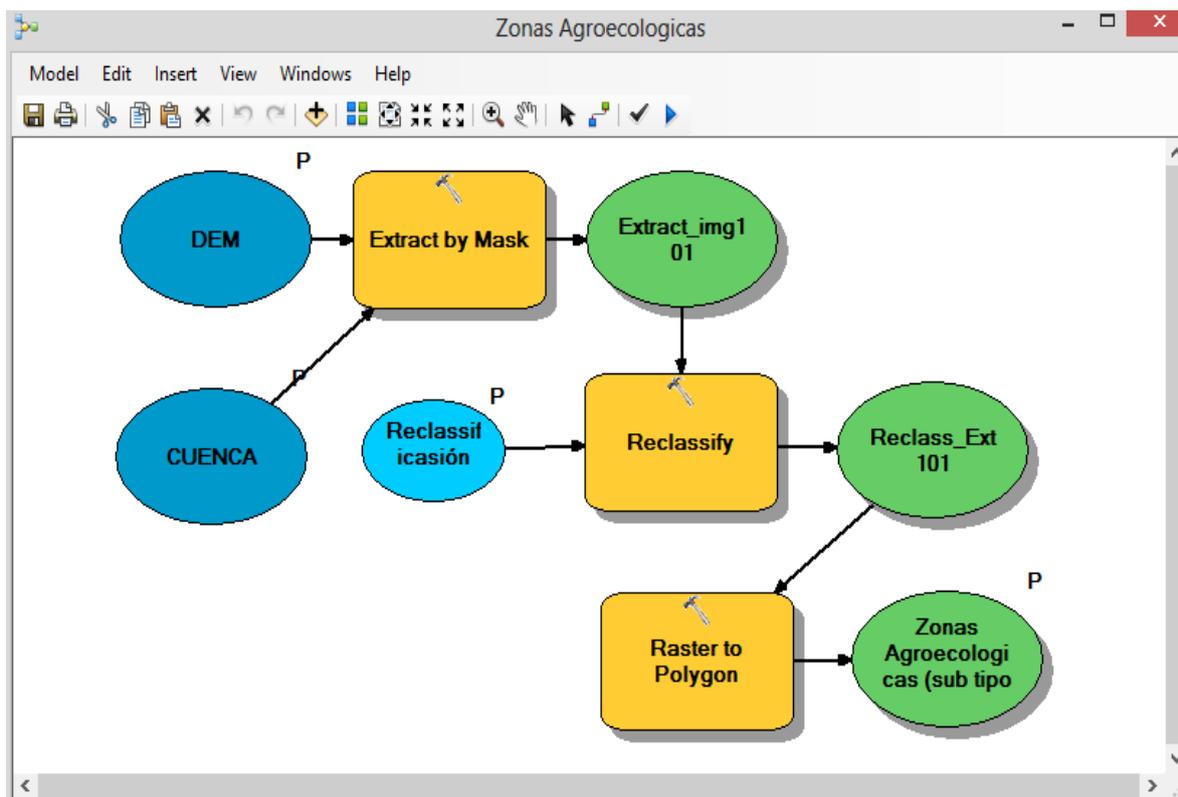


Figura 6: Model Builder de zonificación agroecológica

## 4.2. INFLUENCIA DE LOS FACTORES Y ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN EL DESARROLLO DE ECOSISTEMAS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS

### 4.2.1. Determinación de zonas de vida o ecosistemas de acuerdo a los factores y elementos climáticos en la cuenca del río Ramis

#### a) Según estaciones meteorológicas

TABLA 02: ESTACIÓN ANANEA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	4.3	4.6	4.4	4.5	4.2	3.4	3.2	3.4	3.5	4.2	4.5	4.5	4.0583
Biotemperatura media °C	4.3	4.6	4.4	4.5	4.2	3.4	3.2	3.4	3.5	4.2	4.5	4.5	4.0583
Precipitación mm.	122.0	103.9	91.8	43.4	15.7	6.9	5.4	13.5	23.4	46.1	59.4	93.8	625.3

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°40'42,4" Longitud: 69°32'03,3" Altitud: 4660

En esta estación, dado que la bio-temperatura es menor a 24°C y no es menor que 0 °C, la temperatura media y la bio-temperatura son iguales.

La intersección de la línea horizontal de 4.05 °C con la línea de precipitación de 625.3, se da en el hexágono “Paramo muy húmedo”, el piso es SubAlpino, siendo así “Paramo muy húmedo SubAlpino” aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(4660)}{100}$$

$$X = 27.96$$

La cual corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida de Ananea es el Páramo muy húmedo Sub-Alpino tropical.

TABLA 03: ESTACIÓN ARAPA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.3	10.3	9.9	9.5	8.1	6.7	6.5	7.5	9.0	10.2	10.5	10.6	9.0885
Biotemperatura media °C	10.3	10.3	9.9	9.5	8.1	6.7	6.5	7.5	9.0	10.2	10.5	10.6	9.0885
Precipitación mm.	142.2	111.9	117.1	47.3	11.6	6.3	3.7	12.6	26.5	50.4	70.8	97.8	698.1

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°08'10.5" Longitud: 70°07'05.6" Altitud: 3830

La intersección de la línea horizontal de 9.08 °C con la línea de precipitación de 698.1, se da en el hexágono “Bosque húmedo”, el piso es Montamo, siendo así “Bosque húmedo Montamo” aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3830)}{100}$$

$$X = 22.98$$

La cual corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida de Arapa es el Bosque húmedo Montano tropical.

TABLA 04: ESTACIÓN AYAVIRI

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.6	9.6	9.4	8.5	6.3	4.5	4.2	5.5	8.0	9.4	9.9	9.9	7.8887
Biotemperatura media °C	9.6	9.6	9.4	8.5	6.3	4.5	4.2	5.5	8.0	9.4	9.9	9.9	7.8887
Precipitación mm.	144.3	122.6	104.3	45.1	7.1	3.7	2.1	8.0	15.0	45.0	63.3	101.5	662.0

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°52'21.6" Longitud: 70°35'34.4" Altitud: 3928

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3828)}{100}$$

$$X = 23.56$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Ayaviri es el Bosque Húmedo Montano SubTropical.

TABLA 05: ESTACIÓN AZANGARO

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.3	10.3	10.0	9.3	7.2	5.6	5.5	6.8	8.7	10.1	10.5	10.5	8.7268
Biotemperatura media °C	10.3	10.3	10.0	9.3	7.2	5.6	5.5	6.8	8.7	10.1	10.5	10.5	8.7268
Precipitación mm.	115.9	98.1	84.4	38.9	7.6	2.1	2.5	7.8	22.7	45.8	66.5	89.8	582.1

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°54'51.7" Longitud: 70°11'26.7" Altitud: 3863

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3863)}{100}$$

$$X = 23.17$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Azangaro es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 06: ESTACIÓN CHUQUIBAMBILLA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.1	9.2	9.0	7.9	5.2	3.2	2.9	4.3	6.6	8.1	8.8	9.0	6.9293
Biotemperatura media °C	9.1	9.2	9.0	7.9	5.2	3.2	2.9	4.3	6.6	8.1	8.8	9.0	6.9293
Precipitación mm.	148.3	122.3	120.1	49.2	9.7	3.0	1.7	5.2	19.6	45.7	65.8	112.8	703.5

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°47'05.2" Longitud: 70°42'56.5" Altitud: 3971

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3971)}{100}$$

$$X = 23.82$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Chuquibambilla es el Bosque húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 07: ESTACIÓN CRUCERO

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	8.5	8.6	7.9	6.9	4.8	3.0	2.5	3.4	5.5	7.2	8.0	8.0	6.1809
Biotemperatura media °C	8.5	8.6	7.9	6.9	4.8	3.0	2.5	3.4	5.5	7.2	8.0	8.0	6.1809
Precipitación mm.	150.0	131.0	114.4	53.8	16.3	6.5	4.6	11.5	32.1	53.2	78.2	120.5	772.1

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°21'51.1" Longitud: 70°01'33.3" Altitud: 4183

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montamo, en transición a Paramo muy húmedo Alpino Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(4183)}{100}$$

$$X = 25.1$$

La cual corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida de Crucero es el Bosque húmedo Montano Tropical en transición a Paramo muy húmedo SubAlpino Tropical.

TABLA 08: ESTACIÓN CUYO CUYO

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.6	9.8	9.7	9.1	8.5	8.3	8.2	8.5	8.6	9.3	9.7	9.5	9.064
Biotemperatura media °C	9.6	9.8	9.7	9.1	8.5	8.3	8.2	8.5	8.6	9.3	9.7	9.5	9.064
Precipitación mm.	140.4	126.2	114.6	60.0	31.7	17.4	18.4	31.1	46.6	63.1	65.0	116.4	831.0

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°29'20.1" Longitud: 69°32'56.4" Altitud: 3910

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3910)}{100}$$

$$X = 23.46$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Cuyo Cuyo es el Bosque Húmedo Montano SubTropical.

TABLA 09: ESTACIÓN HUANCANÉ

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.3	9.3	8.9	8.2	6.3	4.9	4.6	5.7	7.6	8.9	9.5	9.5	7.7258
Biotemperatura media °C	9.3	9.3	8.9	8.2	6.3	4.9	4.6	5.7	7.6	8.9	9.5	9.5	7.7258
Precipitación mm.	141.0	109.3	103.0	39.4	11.5	4.8	3.7	9.8	29.1	48.2	63.8	107.6	671.3

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°12'05.4" Longitud: 69°45'12.8" Altitud: 3890

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3890)}{100}$$

$$X = 23.34$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Huancané es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 10: ESTACIÓN JULIACA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.7	10.7	10.3	9.2	6.7	4.8	4.3	5.6	7.7	9.5	10.5	10.9	8.4
Biotemperatura media °C	10.7	10.7	10.3	9.2	6.7	4.8	4.3	5.6	7.7	9.5	10.5	10.9	8.4
Precipitación mm.	131.7	122.0	103.9	27.2	6.1	1.4	4.2	5.1	15.9	53.6	51.0	102.9	625.1

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°26'39" Longitud: 70°12'28.2" Altitud: 3826

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3826)}{100}$$

$$X = 22.95$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Juliaca es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 11: ESTACIÓN LAMPA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.0	9.8	9.7	8.6	6.4	4.9	4.7	5.9	7.6	8.7	9.6	9.9	8.0
Biotemperatura media °C	10.0	9.8	9.7	8.6	6.4	4.9	4.7	5.9	7.6	8.7	9.6	9.9	8.0
Precipitación mm.	155.3	137.3	113.6	45.7	7.2	3.8	1.7	8.4	21.2	44.6	64.1	110.8	713.8

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°40'24.4" Longitud: 70°22'19.6" Altitud: 3892

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3892)}{100}$$

$$X = 23.35$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Ayaviri es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 12: ESTACIÓN LIMBANI

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.4	10.5	10.9	10.7	10.1	9.1	9.1	9.4	9.8	10.2	10.6	10.5	10.1
Biotemperatura media °C	10.4	10.5	10.9	10.7	10.1	9.1	9.1	9.4	9.8	10.2	10.6	10.5	10.1
Precipitación mm.	221.7	192.9	150.0	68.6	27.2	15.6	20.3	39.4	52.4	105.9	143.7	191.9	1229.6

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°09'13.5" Longitud: 69°42'20.2" Altitud: 3320

Intersección en Bosque muy húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3320)}{100}$$

$$X = 19.92$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Limbani es el Bosque muy húmedo Montano SubTropical.

TABLA 13: ESTACIÓN LLALLY

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.1	9.1	11.1	7.8	5.9	4.3	4.1	5.3	7.3	8.3	8.9	9.2	7.5
Biotemperatura media °C	9.1	9.1	11.1	7.8	5.9	4.3	4.1	5.3	7.3	8.3	8.9	9.2	7.5
Precipitación mm.	173.8	154.7	141.9	52.8	9.3	2.4	2.9	9.4	19.7	47.0	62.8	124.7	801.4

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°56'11.5" Longitud: 70°53'09.4" Altitud: 3980

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3980)}{100}$$

$$X = 23.88$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Llally es el Bosque Húmedo Montano SubTropical.

TABLA 14: ESTACIÓN MACUSANI

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	6.8	6.5	6.4	5.9	4.5	2.9	2.3	3.3	4.8	5.9	6.5	6.7	5.2
Biotemperatura media °C	6.8	6.5	6.4	5.9	4.5	2.9	2.3	3.3	4.8	5.9	6.5	6.7	5.2
Precipitación mm.	134.1	151.0	112.2	40.8	11.1	3.4	4.8	14.2	21.8	49.0	61.7	125.6	729.7

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°04'12" Longitud: 70°26'20.7" Altitud: 4345

Intersección en Paramo muy húmedo, más el piso SubAlpino. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(4345)}{100}$$

$$X = 26.07$$

La cual corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida de Macusani es el Páramo muy húmedo SubAlpino Tropical.

TABLA 15: ESTACIÓN MUÑANI

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.5	9.6	9.5	9.1	7.8	6.6	6.3	7.4	8.7	9.5	9.7	9.8	8.625
Biotemperatura media °C	9.5	9.6	9.5	9.1	7.8	6.6	6.3	7.4	8.7	9.5	9.7	9.8	8.625
Precipitación mm.	133.4	105.1	88.4	42.1	7.4	3.8	2.9	6.8	22.1	43.7	62.5	100.5	618.7

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°46'01" Longitud: 69°57'06.5" Altitud: 3948

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3948)}{100}$$

$$X = 23.68$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Muñani es el Bosque húmedo Montano SubTropical.

TABLA 16: ESTACIÓN PROGRESO

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	9.7	9.7	9.6	9.1	7.5	6.4	5.9	7.3	8.8	10.0	10.1	10.0	8.6782
Biotemperatura media °C	9.7	9.7	9.6	9.1	7.5	6.4	5.9	7.3	8.8	10.0	10.1	10.0	8.6782
Precipitación mm.	131.8	100.1	99.6	42.3	7.4	1.5	3.1	5.9	20.7	42.9	62.9	93.1	611.3

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°41'24.4" Longitud: 70°01'24.7" Altitud: 3980

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3980)}{100}$$

$$X = 23.88$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Progreso es el Bosque húmedo Montano SubTropical.

TABLA 17: ESTACIÓN PUCARA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.2	10.2	9.8	8.8	6.3	4.3	4.2	5.7	7.8	9.4	9.9	10.1	8.055
Biotemperatura media °C	10.2	10.2	9.8	8.8	6.3	4.3	4.2	5.7	7.8	9.4	9.9	10.1	8.055
Precipitación mm.	155.5	128.2	119.3	50.8	8.4	5.2	2.9	8.9	22.4	57.8	67.3	117.9	744.5

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°02'44.2" Longitud: 70°21'59.9" Altitud: 3900

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3900)}{100}$$

$$X = 23.4$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Pucara es el Bosque húmedo Montano SubTropical.

TABLA 18: ESTACIÓN PUTINA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.1	10.2	9.7	9.0	7.1	5.5	5.5	6.8	8.6	9.8	10.3	10.3	8.5769
Biotemperatura media °C	10.1	10.2	9.7	9.0	7.1	5.5	5.5	6.8	8.6	9.8	10.3	10.3	8.5769
Precipitación mm.	148.7	106.0	137.2	48.6	11.5	4.6	4.0	7.7	29.1	48.2	71.5	98.0	715.1

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°54'52.6" Longitud: 69°52'03.9" Altitud: 3878

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3878)}{100}$$

$$X = 23.26$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Putina es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 19: ESTACIÓN SANTA ROSA

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.4	10.4	10.0	9.1	6.6	4.8	4.3	6.1	9.0	10.8	11.5	11.2	8.6833
Biotemperatura media °C	10.4	10.4	10.0	9.1	6.6	4.8	4.3	6.1	9.0	10.8	11.5	11.2	8.6833
Precipitación mm.	191.0	152.3	151.1	56.8	10.0	4.8	3.8	13.0	30.0	66.0	85.6	146.3	910.7

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 14°37'25.5" Longitud: 70°47'11.5" Altitud: 3986

Intersección en Bosque Húmedo, más el piso Montamo. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3986)}{100}$$

$$X = 23.91$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Santa Rosa es el Bosque Húmedo Montamo SubTropical.

TABLA 20: ESTACIÓN TARACO

RUBRO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura media °C	10.3	10.1	9.6	7.9	5.5	3.9	3.7	5.0	7.3	9.5	10.2	10.5	7.7917
Biotemperatura media °C	10.3	10.1	9.6	7.9	5.5	3.9	3.7	5.0	7.3	9.5	10.2	10.5	7.7917
Precipitación mm.	133.0	103.9	89.2	36.8	6.6	5.2	2.1	7.3	22.7	37.9	52.0	86.3	583.0

Fuente: SENAMHI Puno.

Latitud: 15°10'10.5" Longitud: 69°58'11.6" Altitud: 3820

Intersección en Bosque húmedo, más el piso Montano. Aplicando la regla de 0,6°C por cada 100 m de elevación.

$$X = \frac{0.6(3820)}{100}$$

$$X = 22.92$$

La cual corresponde a la región SubTropical. Así, la zona de vida de Taraco es el Bosque Húmedo Montano SubTropical.

En resumen se obtuvieron dos zonas de vida en base a estaciones meteorológicas, y se pudo observar a que altitudes aproximadamente pertenecen y estas son:

TABLA 21: RESUMEN DE ZONAS DE VIDA EN BASE A ESTACIONES METEOROLÓGICAS

ZONAS DE VIDA	SECTORES PERTENECIENTES	ALTITUD (m.s.n.m)
Bosque húmedo Montano SubTropical	Arapa, Ayaviri, Azángaro, Chuquibambilla, Cuyo Cuyo, Huancané, Juliaca, Lampa, Llally, Muñani, Progreso,	3800m.s.n.m – 4000m.s.n.m Aproximadamente.

	Pucara, Putina, Santa Rosa y Taraco.	
Paramo muy húmedo SubAlpino Tropical	Ananea, Crucero y Macusani.	4000m.s.n.m – 4500 m.s.n.m

Fuente: Elaboración propia

**b) Según la altitud en base a curvas de nivel**

Seguidamente observando se aprecia a medida aumenta la altitud, baja la temperatura media o biotemperatura media, para lo cual teniendo como dato la temperatura media aproximada de acuerdo al diagrama de Holdridge, se tiene cuatro zonas de vida:

Tundra muy Húmeda Alpino SubTropical, se obtuvo de acuerdo al diagrama de Holdridge, en base a curvas de nivel que oscila entre los 4500m.s.n.m. a 4750 m.s.n.m., de esta manera la temperatura media está debajo de los 3°C con una variación de precipitación de aproximadamente 500 mm., ubicándose en transición al rango de 250mm. a 500mm., según el diagrama.

Tundra Pluvial Alpina Sub Tropical, se obtuvo de acuerdo al diagrama de Holdridge, en base a curvas de nivel que oscila entre los 4700 a 5000 m.s.n.m., de esta manera la temperatura media está debajo de los 3°C y una variación de precipitación de aproximadamente 1200 mm., ubicándose en transición al rango de 1000 a 2000mm., según el diagrama.

Paramo Pluvial SubAlpino Tropical, se obtuvo de acuerdo al diagrama de Holdridge, en base a curvas de nivel que oscila entre los 4000m.s.n.m. a 4500 m.s.n.m., de esta manera la temperatura media oscila entre el rango de 3°C a 6°C y una variación de precipitación de aproximadamente 1200 mm., ubicándose en transición al rango de 1000mm. a 2000mm., según el diagrama.

Nival Templado Cálido, sobre pasa los 5000 m.s.n.m y tiene bajas temperaturas.

#### **4.2.2. Descripción de zonas de vida o ecosistemas de acuerdo a los factores y elementos climáticos en la cuenca del río Ramis**

Zonas de vida o sistema ambiental ecológico: Basadas en los niveles altitudinales y el clima de los ecosistemas. Según la propuesta de L. R. Holdridge, en la cuenca del río Ramis se distribuye las siguientes zonas de vida (ver plano N°07).

##### **4.2.2.1. *Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS)***

Se caracteriza, por encontrarse en la cordillerana entre los 3800 a 4000 m.s.n.m., de altitud, presenta temperaturas promedio de la máxima de 15.0°C y una mínima de 1.0°C de temperatura, la temperatura media máxima de 10°C y una mínima de 7°C, el promedio máximo de la

precipitación anual es 1000 mm. y el mínimo de 600 mm., de acuerdo a la clasificación de Koppen (1990), pertenece a la zona templado fresco. Esta primera formación ecológica incluye a los subtipos climáticos "A", "B" y "C".

La principal característica de esta zona es que presenta bosques de *Polylepis*, y vegetación herbácea de los géneros *Gynoxis*, *Senecio*, *Podocarpus*, *Baccharis*, *Solanum*, "Chachacomo" *Baccharismicrophyllay* de "Intimpa" *Podocarpus* sp., *Casia* sp., *Lupinusmutabilis*. En la zona alta se tiene la presencia de especies de gramíneas pertenecientes a los géneros: *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa* y *Poa*.

Esta zona de vida está formada por praderas para el pastoreo de ganado y para la agricultura de secano, donde se cultivan especies adaptadas al medio, como papa (*Solanum tuberosum*), papa amarga (*Solanum curtilobum*), olluco (*Ullucus tuberosus*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y quinua (*Chenopodium quinoa*).

#### **4.2.2.2. Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT)**

La zona se identifica por presentar las siguientes características: altitud de 4000 hasta 4500 m.s.n.m., la temperatura anual máxima 15.5°C y la mínima anual -2°C., presenta temperatura media anual máxima de 11°C y una mínima de 6°C. El promedio máximo de precipitación total anual es de 1000 mm y el mínimo de 700 mm.. En la clasificación de Koppen (1990),

se ubica en moderadamente frío y templado fresco. Su clima corresponde a los subtipos climáticos "C", "D"

La principal característica es que la vegetación natural está constituida predominantemente de "lchu", conformando parte de los pastos naturales altoandinos llamados "pajonales de la puna", donde las especies más representativas son: *Festucascirpifolia*, *F. orthophylla*, *Calamagrostisrigida*, *C. Breviaristata*, *Stipaichu*, *S. Incospicua*, *Bromusfrigidus* y *Poa gimnantha*. También están presentes los géneros Chuquiragua, Senecio, Baccharis y Ephedra. También se encuentran las especies de las plantas leñosas, como especies arbóreas se tiene: *Polylepissp.*, *Gynoxysoleifolius*. Entre las cactáceas tenemos *Opuntia floccosa*, que se caracteriza por estar recubierta de pelos. En algunas partes podemos observar *Lepidophyllumquadrangulare*, así como en las partes más altas *Azorelladiapensoides* y *Azorella compacta*, con una apariencia de almohadilla.

Debido a las condiciones climáticas dominantes es una zona con capacidad para la producción de pastos para ganado, por consiguiente conviene en que sea una zona típica y tradicional de la actividad ganadera altoandina principalmente de ovinos y de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas). Pero está siendo fuertemente deteriorado por causa del sobre pastoreo.

#### **4.2.2.3. Tundra muy Húmeda Alpino Sub Tropical (tmh - AS)**

Esta zona de vida se localiza en la porción meridional de la cordillera de los Andes, a la altitud de 4500 a 4700 m., la temperatura anual máxima es de 14.5°C y la mínima de -3°C, presenta temperatura media anual máxima de 9°C y una mínima de 3°C. La precipitación total anual máxima es de 1250 mm y el mínimo de 600mm.. En la clasificación de Koppen (1990), se ubica en moderadamente frío. Su clima corresponde al subtipo climático "D".

Esta caracterizado por la presencia de manojos de pastos naturales muy dispersos, quedando muchas áreas desprovistas de cobertura vegetal. Siendo las especies más representativas el "ichu negro" *Stipasp.* y la "thola" de las especies *Baccharissp.* Y *Lepidophyllum*, siendo esta última muy escasa. También se puede observar la presencia de otras especies de los géneros: *Trisetum*, *Senecio*, *Astragalus*, *Werneria*, *Azorella*, *Plantago*, entre otros.

Mantiene una actividad ganadera lanar (ovinos y camélidos) que sobrepasa largamente su soportabilidad. Debido a esto se ha originado un marcado denudamiento del suelo, así como el empobrecimiento del material vegetal.

#### **4.2.2.4. Páramo Pluvial Sub Alpino Sub Tropical (pp - SaS)**

Se encuentra a una altitud de 4000 hasta 4500 m.s.n.m. a lo largo de la cordillera de los Andes. La temperatura anual máxima es de 15°C y la

mínima anual de 1°C, presenta temperatura media anual máxima de 10°C y el mínimo de 6°C. El promedio de precipitación máxima anual es de 1200 mm y el mínimo de precipitación es de 650 milímetros anuales. En la clasificación de Koppen (1990), se ubica en moderadamente frío. Su clima corresponde al subtipo climático "D"

Predominan bosquetes de *Polipelissp.* y *Buddlejasp.*, con la presencia de algunos arbustos como *Baccharissp.*, *Brachyotumsp.*, *berberissp.*, entre otros. En contraste con las demás zonas de vida altoandinas, esta característica mantiene menor número de ganado, debido principalmente a su inaccesibilidad y sus condiciones desfavorables de clima pluvial.

En esta zona de vida la configuración topográfica es variada, desde moderadamente accidentada hasta muy accidentada. La vegetación natural está constituida por asociaciones herbáceas, en las que predominan las gramíneas de los géneros *Festuca*, *Stipa*, *Calamagrostis*, *Scirpus*, entre otros.

#### **4.2.2.5. Tundra Pluvial Alpina Sub Tropical (tp – AS)**

Se localiza en la zona meridional de la Cordillera de los Andes, entre los 4,700 y 5000 msnm., la temperatura promedio anual máximo es de 5.2°C y el mínimo de -2.2°C, la temperatura promedio media anual es de 5°C. El promedio de precipitación total anual es de 700 mm). En la clasificación

de Koppen (1990), se ubica en moderadamente frío. Su clima corresponde al subtipo climático "D"

Presenta especies vegetales como: *Polylepis*, *buddlejacoriacea*, así como también la presencia de *Trisetum*, *Astragalus*, *Anthochloa*, *Werneria*, *Senecio* *Plantago*, entre otros. En los límites superiores se puede apreciar *Azorella compacta* y *Azorelladiapensoides* y *Azorella multiflora*. Para el desarrollo vegetal en esta zona de vida le favorece en forma directa el deshielo que de las nieves de las zonas altas. En los límites inferiores de esta zona de vida, se lleva a cabo un pastoreo indiscriminado con excesiva carga animal, doblando el número máximo de animales que pueden soportar.

Por esta razón los pastos naturales son pobres, de porte pequeño y dispersos. Como consecuencia se tiene la erosión e inundación del suelo, perdiendo su capacidad de absorción.

Debido a la inaccesibilidad y a las características climáticas, el ser humano no frecuenta áreas de esta zona de vida, pero ella sí representa ambientes de refugio para especies silvestres de fauna como el zorro andino (*Dusicyon culpaeus*), la vizcacha (*Lagidium peruanum*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*).

#### **4.2.2.6. Nival templado cálido (N)**

La zona de vida Nival, son glaciares a una altitud mayor a 5000 msnm. Esta zona de vida no cuenta con estaciones meteorológicas, todas las características bioclimáticas han sido estimadas en base al diagrama de Holdridge. La biotemperatura media anual está por debajo de 2°C, el promedio de precipitación anual se encuentra entre 400 y 1300 milímetros de precipitación. Estos resultados en comparación a zonas de vida de Holdridge, en Polar. Holdridge (1947). En la clasificación de Koppen (1990), se ubica en frío.

Las únicas formas de vida son algunos líquenes que se encuentran sobre las rocas y algunos crustáceos y algas sobre las nieves, generalmente casi en el límite de la tundra. Las formaciones nivales tienen importancia desde el punto de vista del régimen de los ríos y de las lagunas altoandinas. Además, representan zonas escénicamente atractivas para el desarrollo del turismo, se incluye el andinismo o alpinismo.

#### **4.3. ANÁLISIS DE ELEMENTOS CLIMÁTICOS EN LA CUENCA DEL RÍO RAMIS**

La caracterización de los elementos climáticos, como la temperatura, lluvia, viento, insolación, presión atmosférica y humedad de la cuenca del río Ramis.

#### 4.3.1. Temperatura

Para el análisis de este parámetro se tuvo en cuenta principalmente los siguientes factores: altitud, exposición solar, presencia del lago y el movimiento de vientos fríos. Se ha analizado las series históricas de 19 estaciones meteorológicas, ubicadas dentro del área de estudio los mismos que corresponden a la red del Servicio Nacional de meteorología e hidrología del Perú.

El sector Noroeste de la región es el que tiene las temperaturas medias más elevadas para todas las altitudes (12.0°C para 5,000 msnm), seguido por el sector circunlacustre (9.0°C), el centro (8.0°C) y finalmente, al noreste (3.0°C); sin embargo, según Taylor & Aquize (1984), las temperaturas entre 7°C y 10°C, se dan entre los 3,800 a 4,000 msnm, y en la zona circunlacustre consideran superiores a 8°C, y según Roche *et al.*, (1989), en los extremos norte y sur del lago Titicaca la temperatura es de 7 °C.

##### a) Régimen de temperaturas medias

En el mapa N°05, se ha trazado las isotermas de la temperatura media anual, en donde se puede observar que la zona más fría de la cuenca es la parte alta de Ocuwiri (Parinas) que registra una temperatura media anual de 3.0°C, seguido de Ananea con 4.0°C. El gradiente térmico para la temperatura media de la región corresponde a -0.1°C por cada 100 m. de desnivel.

Por el contrario las regiones más cálidas de la cuenca del río Ramis se encuentra en el sector de San José y Arapa ( $9^{\circ}\text{C}$ ), Azángaro ( $8.0^{\circ}\text{C}$ ) y Ayaviri, Pucara (entre  $7.0^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}$ ), lugares que están en la parte intermedia y baja de la cuenca, cercanos al lago Titicaca, lo que demuestra la gran capacidad de almacenamiento de energía y posterior efecto de regulación termal.

La variación de la temperatura media tiene una dirección Nor-este según como se observa la traza de isotermas de la cuenca.

#### **b) Régimen de temperaturas máximas promedio**

La distribución de isotermas de temperaturas máximas en el ámbito de la cuenca del río Ramis caracteriza las zonas más cálidas localizadas en los sectores de Ayaviri, Pucará ( $16.5^{\circ}\text{C}$ ), y Azángaro y Arapa ( $16.0^{\circ}\text{C}$ ) como valores de temperatura máxima promedio. Igual caso sucede en las zonas cercanas al Lago Titicaca según como se puede apreciar en el plano N° 03.

En el análisis de temperaturas de las estaciones meteorológicas se verificó que durante el año la mayor temperatura máxima se registra en el mes de octubre y noviembre, esto en forma general en todas las estaciones de la región.

En el plano N°03 se ha trazado las isotermas de temperatura máxima promedio anual, apreciándose la variación y localización de las zonas más cálidas dentro de la cuenca.

El gradiente térmico para la temperatura máxima promedio de la región corresponde a  $-0.5^{\circ}\text{C}$  por cada 100 m. de desnivel.

### **c) Régimen de temperaturas mínimas promedio**

En la parte alta del ámbito de la cuenca del río Ramis se registra las temperaturas más bajas, específicamente en la zona de Ananea ( $-3.0^{\circ}\text{C}$ ) y Chuquibambilla ( $-2.0^{\circ}\text{C}$ ). Y los meses de mayor friaje dentro de la región es durante los meses de junio a agosto, en el mes de julio se registra las temperaturas más bajas en toda la región, según análisis de datos de las estaciones meteorológicas.

En el mapa N°04 se ha trazado las isotermas de la temperatura mínima promedio anual, se verifica la distribución espacial de las temperaturas mínimas acentuándose más en las partes altas de la cuenca.

De las temperaturas mínimas registradas en la región, se deduce un gradiente de temperatura de  $-1.0^{\circ}\text{C}$  por cada 100 m. de desnivel.

#### **4.3.2. Precipitaciones**

La precipitación es una de las variables más importantes que influyen en la producción agrícola, debido a que la precipitación pluvial, es normalmente la única fuente de humedad que se le proporciona al suelo. La distribución espacial de la precipitación anual según los resultados obtenidos del plano N°02, se tiene un patrón decreciente de noroeste a noreste, que varía de 600 a 1400 mm. total anual.

La zona más lluviosa se encuentra en el extremo norte de la cuenca del río Ramis (cabecera de la cuenca del río Ramis), donde alcanzan valores entre 700 y 1200 mm., luego se produce un decrecimiento paulatino de la lluvia desde los 700 mm. hasta alcanzar 600 mm en el sector de Azángaro, aproximadamente hacia el centro de dicha subcuenca. Al sur de Azángaro la precipitación aumenta de forma creciente desde los 600 mm. hasta alcanzar la cifra de 700 mm. con tendencias de crecimiento por fuera de la cuenca del río Ramis.

#### **a) Régimen de precipitación anual**

La distribución temporal de precipitaciones de la cuenca del río Ramis es muy similar en toda la región: verano húmedo e invierno seco. Se trata de un régimen típicamente monomodal, con el período de lluvias de diciembre a marzo (máximos en enero y febrero) y el período seco de abril a noviembre (mínimo en julio - agosto), siendo los meses restantes de transición. La mayor concentración de lluvias se da en el Norte de la cuenca del río Ramis, así los cuatro meses lluviosos concentran hasta el 82-91% del total anual, en cambio en la parte baja esta entre el 66-73%. A su vez el cuatrimestre más seco representa entre 0 y 4% en el norte, aunque en la parte baja apenas sube a 5 - 7%. En general, el régimen de las precipitaciones de la cuenca del río Ramis es marcadamente irregular, lo cual constituye una gran limitante para las actividades agrícolas.

## CONCLUSIONES

PRIMERA.- Los factores y elementos del clima influyen para la formación de cuatro diferentes zonas agroecológica en la cuenca del río Ramis con diferentes sub – tipos climáticos, en función de los registros meteorológicos de 19 estaciones pertenecientes y cercanas a la cuenca del río Ramis; estos cuatro sub tipo climáticos son:

- Sub – Tipo climático “A” circunlacustre, funciona como termorreguladora alrededor del lago Titicaca y laguna Arapa, se encuentra a una altitud de 3835 a 3850 m.s.n.m., la oscilación térmica va entre 15.0 a 17.0°C, la humedad relativa de 60% en promedio, con precipitaciones mayores a los 700 mm al año.
- Sub – tipo Climático “B” Puna húmeda, se encuentra a una altitud de 3850 a 3900 m.s.n.m., se caracteriza por presentar una oscilación térmica que va entre 17.0 a 18.0°C, la humedad relativa de 50% en promedio con precipitaciones que llega a los 650mm.
- Sub – tipo climático “C” o clima de Altiplano, se encuentra a una altitud de 3900 a 4000 m.s.n.m., se caracteriza por presentar una oscilación térmica

que va de 18.0 a 19.0°C, humedad relativa de 40% en promedio y una precipitación pluvial de 600 mm al año.

- Sub – tipo climático “D” o clima de las alturas, se encuentra desde los 4000 m.s.n.m. a más, caracteriza por presentar una oscilación térmica mayor a los 19.0°C, y una precipitación pluvial aproximadamente de 500 a 1300 mm. al año.

SEGUNDA.- Los factores y elementos climáticos influyen en el desarrollo de ecosistemas en la cuenca del río Ramis, con la identificación de seis ecosistemas diferentes las cuales son:

- Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS), sobre los 3800 a 4000 msnm., la temperatura promedio de la máxima es 15.0°C y la mínima de 1.0°C de temperatura, presenta temperatura media máxima de 10°C y una mínima de 7°C, el promedio máximo de la precipitación anual es 1000 mm. y el mínimo de 600 mm.
- Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pmh - SaT), sobre los 4000 a 4500 msnm, la temperatura anual máxima es 15.5°C y la mínima anual -2°C., presenta temperatura media anual máxima de 11°C y una mínima de 6°C. El promedio máximo de precipitación total anual es de 1000 mm y el mínimo de 700 mm.
- Tundra muy Húmeda Alpino Sub Tropical (tmh - AS), 4500 a 4700 m.s.n.m., la temperatura anual máxima es 14.5°C y la mínima de -3°C, presenta temperatura

media anual máxima de 9°C y una mínima de 3°C. La precipitación total anual máxima es de 1250 mm y el mínimo de 600 mm.

- Páramo Pluvial Sub Alpino Sub Tropical (pp - SaS), altitud de 4000 a 4500 msnm, la temperatura anual máxima es de 15°C y la mínima anual de 1°C, presenta temperatura media anual máxima de 10°C y el mínimo de 6°C, el promedio de precipitación máxima anual es de 1200 mm y el mínimo de precipitación es de 650 milímetros anuales.
- Tundra Pluvial Alpina Sub Tropical (tp – AS), Se localiza en meridional de la Cordillera de los Andes, entre los 4500 y 5000 msnm., la temperatura promedio anual máximo es de 5,2°C y el mínimo de -2.2°C, la temperatura promedio media anual es de 5°C. El promedio de precipitación total anual es de 700 mm.
- Nival Templado Cálido (N), mayores a 5000 msnm, La biotemperatura media anual está por debajo de 2°C, el promedio de precipitación anual se encuentra entre 400 y 1300 milímetros de precipitación, formaciones.

## RECOMENDACIONES

1. Incrementar mayor número de estaciones meteorológicas, lo cual permitirá realizar trabajos con mayor exactitud, con el fin de establecer planes de manejo de desarrollo sostenible de los recursos.
2. Utilizar otras variables como humedad relativa y evapotranspiración para la determinación de las zonas agroecológicas.
3. Sugerir a los gobiernos locales, regional y otros patrocinar trabajos de investigación para la obtención de zonificación en cuencas de la Región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albentosa, L. M. (1976). Climatología dinámica, sinóptica o sintética. Origen y desarrollo"en Revista de Geografía Depto. de Geografía . Universidad Barcelona X, 1-2. pp. 140 - 157. Barcelona.
- Altieri, M. (1987). El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas. Revista, CLADES, Agroecología y Desarrollo, Número 4. Chile.
- Allen, R., Perira, L., Rades, D., & Smith, M. (1998). La Evapotranspiracion del cultivo: Directrices para los Requerimientos de Agua en los Cultivos. Irrigacion y Drenaje (Naciones Unidad FAO ed.). Roma Italia.
- Aquize, E. (1987). Meteorología general agrícola. UNA.Puno.
- Arce, D. (1966). El clima de la cuenca del Titicaca y su influencia en la producción agrícola. UNSAAC, Cuzco.
- Bolaños, M. R. (1994). Guia para Aprender a Distinguir Zonas de Vida y Asociaciones a Nivel de Campo. San José, Costa Rica., 18.
- Dávila, R. (1957). Problemas meteorológicos e hidrológicos del lago Titicaca. 1. Algunas sugerencias sobre observaciones de circulaciones terciarias y problemas de tiempo .en la cuenca del Titicaca. 2. Algunas consideraciones sobre el balance hidrológico del Titicaca. . Rev. Insr. Geogr. Lima, 3: 6-25.
- FAO. (1993). Computerized Systems of Land Resources Appraisal for Agricultural Development. World Soil Resources Report 72. Rome, Italy.
- FAO. (1997). Zonificación Agro-ecológica. Servicio de Recursos, Manejo y Conservación de suelos Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 96.
- Flores, E. y Flores, E. (2011). Caracterización agroclimática en función de los elementos meteorológicos en el altiplano del Perú. Artículo de investigación, Puno, Perú.
- Holdridge, L. R. (1967). Life Zone Ecology (1ra. ed. SanJosé Costa Rica, IICA 1982 ed. Vol. Vol 105 No 2727: 367-368). San José, Costa Rica.
- INRENA (2008). Actualizacion del Balance Hidrico de la Cuenca del Rio Ramis. ATDR Ramis. Ayaviri, Melgar, Puno.
- Köppen, W. P. (1990). Clasificación climática de Köppen.

- Lucero, S. R. (2013). Modelamiento a través de un SIG para la zonificación agroecológica de los principales cultivos (papa, maíz, brócoli, cebolla blanca, cebada y pasto) dentro de la parroquia de Alóag. Tesis, Quito, Ecuador.
- Mejía, M. A. (2001). Hidrología Aplicada (Vol. I). Lima, Perú. 84-92735-46-4.
- Monkhouse F. J. (1978). Diccionario de términos geográficos. Barcelona: Oikos-tau editores, p. 94
- ONERN (1965). Clasificación de zonas agroecológicas en el Titicaca. Perú.
- Pulgar, V. J. (1987). Geografía del Perú. Las ocho Regiones Naturales. Lima: Ed. PEISA.
- Roche, M. A., Fernandez Jauregui, C., Abasto, N., & Aliaga, A. (1989). Mapa de temperaturas anuales de Bolivia, 1/5.000.000. PHICAB, ORSTOM, SENHAMI, . La Paz, Bolivia.
- SENAMHI (2007). Informe Tecnico – Evaluacion hidrológica Cuenca Lago Titicaca. Puno.
- Taylor, M., & Aquize, E. (1984). A climatological energy budget of Lake Titicaca (Peru-Bolivia). Verh. Internat. Verein. Limnol., 22: 1246-1251.
- Terán C., Jimenez C., Gonzales C., Villaneda E. (1998). Metodología para la zonificación agroclimática de la región de La Mojana mediante el Sistema de Información Geográfica ARC/Info. Artículo Científico. La Mojana, Colombia.
- Vacher, J., Adela, O., Imaña, E., Choquevilca, J., & Maldonado, R. (1989). Net radiation and Evapotranspiration on the Bolivian Altiplano. Third Intl. Conf. on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Amer. Met. Soc., Boston: 169-172.
- Vermeulen (2012). Sistema Simple para la Clasificación de las Formaciones Vegetales del Mundo.
- Vijaya (2012). Estudio del agua de la tierra. Concepto de agroecológica y hidrometeorología.

# ANEXOS

## **ANEXO A: INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE ESTACIONES**

DIRECCION REGIONAL DEL PUNO														
INFORMACION METEOROLOGICA ESTACION : CO. AYAVIRI														
DEPARTAMENTO :	PUNO	LATITUD :		14°52'21.6"		CODIGO :								
PROVINCIA :	MELGAR	LONGITUD :		70°35'34.4"		RECORD :		1965 - 2012						
DISTRITO :	AYAVIRI	ALTITUD :		3928										
PARAMETROS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	PROM.
Temperaturas °C														
T. Maxima	15.7	15.8	15.9	16.3	16.2	15.6	15.5	16.4	17.5	18.1	18.0	17.0	197.9	16.5
T. Minima	3.4	3.3	2.9	0.8	-3.6	-6.6	-7.2	-5.2	-1.6	0.7	1.7	2.8	-8.4	-0.7
T. Media	9.6	9.6	9.4	8.5	6.3	4.5	4.2	5.5	8.0	9.4	9.9	9.9	94.7	7.9
Oscilacion	12.3	12.5	12.9	15.4	19.8	22.1	22.7	21.5	19.1	17.4	16.2	14.1	206.1	17.2
T. Max. Absoluta	23.0	22.2	22.0	22.2	21.4	20.2	20.8	21.6	23.2	23.4	26.6	25.6	272.2	22.7
T. Min. Absoluta	-5.4	-4.6	-5.0	-8.0	-12.4	-20.5	-17.2	-15.0	-12.8	-8.6	-9.0	-4.2	-122.7	-10.2
Oscilacion Max.	22.2	23.0	23.4	25.2	30.8	35.5	33.2	32.4	31.8	28.6	29.2	24.0	339.3	28.3
Precipitacion														
Total (mms)	144.3	122.6	104.3	45.1	7.1	3.7	2.1	8.0	15.0	45.0	63.3	101.5	662.0	101.8
Nº de dias de Precipitacion	44	37	36	18	4	2	2	5	9	19	22	32	229	19
Prec. Max. 24 Hrs.(dia)	52.2	43.4	41.7	34.7	17.0	20.2	11.9	24.7	18.8	42.7	92.0	45.9	445.2	37.1
H.Rel. ( 07-13-19) %	65	66	64	59	50	45	43	44	48	48	53	58	644.7	53.7
Tension Vapor (mb)	14.8	14.9	14.7	12.7	9.2	9.8	7.5	7.9	9.6	10.3	12.5	13.3	137.1	11.4
Punto Rocio (°C)	2.7	3.3	2.5	0.7	-3.5	-6.5	-6.8	-5.7	-3.8	-2.5	0.4	1.3	-17.7	-1.5
Evap. Total (mm) "A"	100.7	90.3	95.1	91.6	91.5	84.5	91.3	113.9	123.4	139.3	135.2	118.2	1274.9	106.2
Evap. Promedio diario	3.3	3.2	3.0	3.1	2.9	2.9	2.9	3.7	4.1	4.5	4.5	3.8	41.9	3.5
Nubosidad (Octavos)	7	6	6	5	3	2	2	3	4	5	5	6	54.3	4.5
Nubosidad Predominant														
Velocidad de Viento M/seg.	6.6	6.4	6.1	4.9	3.1	2.3	2.0	2.9	3.9	4.6	5.3	6.1	54.3	4.5
Velocidad Max de viento	10	9	9	10	11	10	12	13	12	12	11	10	128.6	10.7
Direccion Predominante V.	E	SE	SE	NE	NE	NW	NW	NW	NE	N	E	NW		
Horas de Sol														
Promedio horas de Sol														
RCC.														

DIRECCION REGIONAL DE PUNO														
INFORMACION METEOROLOGICA ESTACION : CO. AZANGARO														
DEPARTAMENTO :	PUNO			LATITUD :	14°54'51.7"			CODIGO :	114041					
PROVINCIA	AZANGARO			LONGITUD :	70°11'26.7"			RECORD :	1963 - 2011					
DISTRITO	AZANGARO			ALTITUD :	3863									
PARAMETROS	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	PROM.
Temperaturas °C														
T. Maxima	15.7	15.7	15.7	16.2	16.1	15.7	15.7	16.4	17.1	17.7	17.7	16.7	196.3	16.4
T. Minima	4.8	4.9	4.2	2.3	-1.6	-4.5	-4.7	-2.9	0.3	2.6	3.3	4.4	13.1	1.1
T. Media	10.3	10.3	10.0	9.3	7.2	5.6	5.5	6.8	8.7	10.1	10.5	10.5	104.7	8.7
Oscilacion	11.0	10.7	11.5	13.9	17.7	20.2	20.3	19.3	16.9	15.2	14.5	12.5	183.5	15.3
T. Max. Absoluta	22.2	21.6	20.6	20.8	20.4	21.0	20.8	21.2	22.6	23.3	23.8	23.5	261.8	21.8
T. Min. Absoluta	-0.8	-1.2	-4.1	-6.1	-11.0	-12.6	-12.9	-11.6	-8.9	-6.8	-6.0	-0.6	-82.6	-6.9
Oscilacion Max.	20.4	19.0	20.4	22.4	27.0	28.4	29.6	28.8	27.4	26.0	26.0	23.6	298.8	24.0
Precipitacion														
Total (mms)	115.9	98.1	84.4	38.9	7.6	2.1	2.5	7.8	22.7	45.8	68.5	89.8	582.1	89.6
N° de días de Precipitación	22	19	18	10	3	1	1	3	8	11	12	17	124	10
Prec. Max. 24 hs.(día)	36.4	62.9	61.8	34.1	15.4	15.6	12.0	35.8	21.4	34.1	52.9	61.9	444.3	37.0
H.Rel. ( 07-13-19) %	70	72	70	67	60	54	53	52	55	57	59	64	735.5	61.3
Tension Vapor (mb)	8.7	8.9	8.5	7.9	6.4	5.4	5.2	5.4	6.4	7.1	7.6	7.9	85.3	7.1
Punto Rocío (°C)	4.7	5.2	4.5	3.2	0.3	-2.1	-2.9	-2.7	0.1	1.6	3.0	3.7	18.6	1.5
Evap. Total (mm) "A"	40.1	37.0	36.1	35.8	98.6	31.7	31.2	32.7	42.6	58.6	55.1	45.3	544.9	45.4
Evap. Promedio diario	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.4	1.9	1.8	1.5	15.8	1.3
Nubosidad (Octavos)	7	6	6	5	3	2	2	3	4	5	5	6	53.1	4.4
Nubosidad Predominante														
Velocidad de Viento M/seg.	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3	2.6	2.9	2.7	2.6	2.4	26.3	2.4
Velocidad Max. de Viento	11	10	10	9	12	12	14	11	12	11	11	11	133.9	11.2
Direccion Predominante V.	SE	S	SE	S	SW	NE	NW	NE	NE	NE	SE	S		
Horas de Sol														
Promedio horas de Sol														
Insolacion %														
RCC														

## **ANEXO B: PLANOS DE LA CUENCA DEL RÍO RAMIS**