

## INFORME TÉCNICO

# “VULNERABILIDAD DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS ANTE LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO EL ÁNGEL”



**Noviembre, 2013**

Elaborado por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) por encargo de la Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ

[www.ciifen.org](http://www.ciifen.org)

## **ANTECEDENTES**

Con el apoyo del Programa “Adaptación al Cambio Climático en la Región Andina (ACC)” de la Comunidad Andina (CAN) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Coordinación General de Innovación Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca conjuntamente con el Programa ACC acordaron la realización de un proyecto piloto que se enfoque en fortalecer las capacidades de los actores públicos y privados mediante el desarrollo de herramientas y medidas de adaptación al cambio climático que disminuyan la vulnerabilidad del sector y de los productores agrícolas en la Subcuenca del Río El Ángel.

Con este propósito se realizó la contratación del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño para el desarrollo de herramientas metodológicas e insumos a ser incorporados en estrategias, así como en la elaboración de perfiles de proyectos relacionados con medidas de adaptación al cambio climático. Dentro de los insumos desarrollados se encuentra el presente análisis de vulnerabilidad de las actividades productivas en la subcuenca del río El Ángel.

## **INTRODUCCIÓN**

El cambio climático ya está influyendo en la agricultura y la seguridad alimentaria por la mayor frecuencia de fenómenos extremos y por lo impredecible de los patrones meteorológicos, lo que puede llevar a la reducción de la producción y de los ingresos en las zonas vulnerables (FAO, 2010)

La zona de la cuenca del río El Ángel perteneciente al sistema hidrográfico del río Mira, en la provincia del Carchi al norte del Ecuador, abarca un territorio de alta productividad y diversidad agrícola.

La producción agropecuaria es la principal, casi única, fuente de ingreso para la población rural de la Cuenca. [Proaño M. & Paladines O., 1998]

El río El Ángel pasa por períodos críticos de sequía hasta grandes crecientes en el período de lluvias, ocasionando en ambos casos daños al sector agropecuario emplazado en su cuenca.

Las fluctuaciones climáticas propias de la distribución estacional de por sí constituyen un problema para los productores agropecuarios emplazados en la cuenca del río El Ángel, muchos de los cuales dependen sólo de las precipitaciones para realizar sus actividades. Aunque los productores agrícolas de la cuenca ya avizoran las manifestaciones del cambio climático, aún no sienten una afectación directa de éste sobre su productividad agrícola [incluir fecha Taller Percepción de Cambio Climático – San Isidro y Bolívar].

Los impactos del cambio climático deben ser considerados de manera sistemática en la planificación del desarrollo en todos los niveles con el fin de implementar medidas de adaptación. Existe una necesidad urgente de integrar las consideraciones cambio climático en los Planes Nacionales de Desarrollo incluyendo la Reducción de la Pobreza. (OECD, 2009)

## OBJETIVOS

Apoyar en el análisis de la variabilidad climática y el cambio climático que afectan las actividades productivas en la Subcuenca del Río El Ángel y en el desarrollo de instrumentos técnicos y perfiles de proyecto de adaptación al cambio climático para el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

## ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde a todas las parroquias vinculadas a la cuenca del río El Ángel de acuerdo al nivel 5 de la división hidrográfica de Pfafstetter, incluyendo además las parroquias Bolívar y Los Andes (provincia del Carchi) y Ambuquí (provincia de Imbabura), por sus vínculos con las parroquias anteriores y por criterio de las instituciones involucradas en el proceso (Cooperación Alemana al Desarrollo - GIZ), Ministerio del Ambiente (MAE) y Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).

Los límites establecidos para el área de estudio se muestran en la siguiente figura:

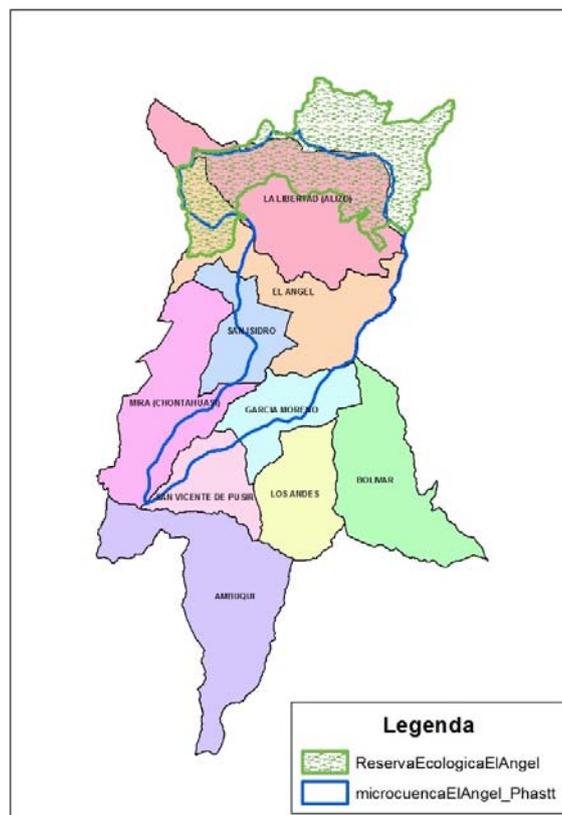


Figura 1. Delimitación del área de estudio

En resumen el área de estudio incluye 9 parroquias, las que se enumeran a continuación:

1. Bolívar
2. El Ángel
3. García Moreno
4. La Libertad (Alizo)
5. Los Andes
6. Mira (Chontahuasi)
7. San Isidro
8. San Vicente de Pusir
9. Ambuqui

Es necesario recalcar que en la zona norte del área de estudio, abarcando una parte de la parroquia La Libertad, se localiza la Reserva Ecológica “El Ángel” que coincide con la parte alta de la cuenca, desde donde, por la función de “siembra de agua” propia de los páramos, se forman una serie de vertientes o “arterias fluviales” que a la postre drenan toda la cuenca.

## **METODOLOGÍA**

La realización de este estudio tuvo una secuencia de pasos generales que se describen a continuación:

1. Diseño de la propuesta metodológica
2. Estimación de amenazas
3. Taller de diagnóstico y mapeo de actores
4. Diseño y ejecución de talleres de percepción e iniciativas de adaptación al cambio climático
5. Estimación de la vulnerabilidad agropecuaria
6. Mapeo de actores
7. Formulación de medidas de adaptación

## **PROPUESTA METODOLÓGICA**

La propuesta metodológica parte de la siguiente base conceptual:

1. *“La gestión de riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático se centran en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad”* [IPCC, 2012], por lo que la presentación de los resultados se diseñará para una fácil lectura de tomadores de decisión en pro de la reducción de la vulnerabilidad del sector agropecuario del área en estudio.

2. La exposición y la vulnerabilidad son dinámicas, varían en el tiempo y el espacio y dependen de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, de gobernanza y ambientales [IPCC, 2012]. Por lo que en el presente estudio son considerados una serie de factores relacionados con la actividad agropecuaria.
3. A partir de la publicación del IPCC para los fines de este estudio, la exposición es considerada paralelamente a la vulnerabilidad y no como integrante de ésta, por lo que en calidad de elemento expuesto se consideran todas las zonas agropecuarias sin distinciones y la vulnerabilidad será tratada a través de la susceptibilidad y la capacidad adaptativa.
4. Con el fin de que los resultados de este estudio sean de utilidad a tomadores de decisión, ellos serán referidos al menor elemento de la división político administrativa nacional (parroquias).

En base a las anteriores consideraciones, el proceso seguido para el análisis de vulnerabilidad obedece al siguiente esquema:

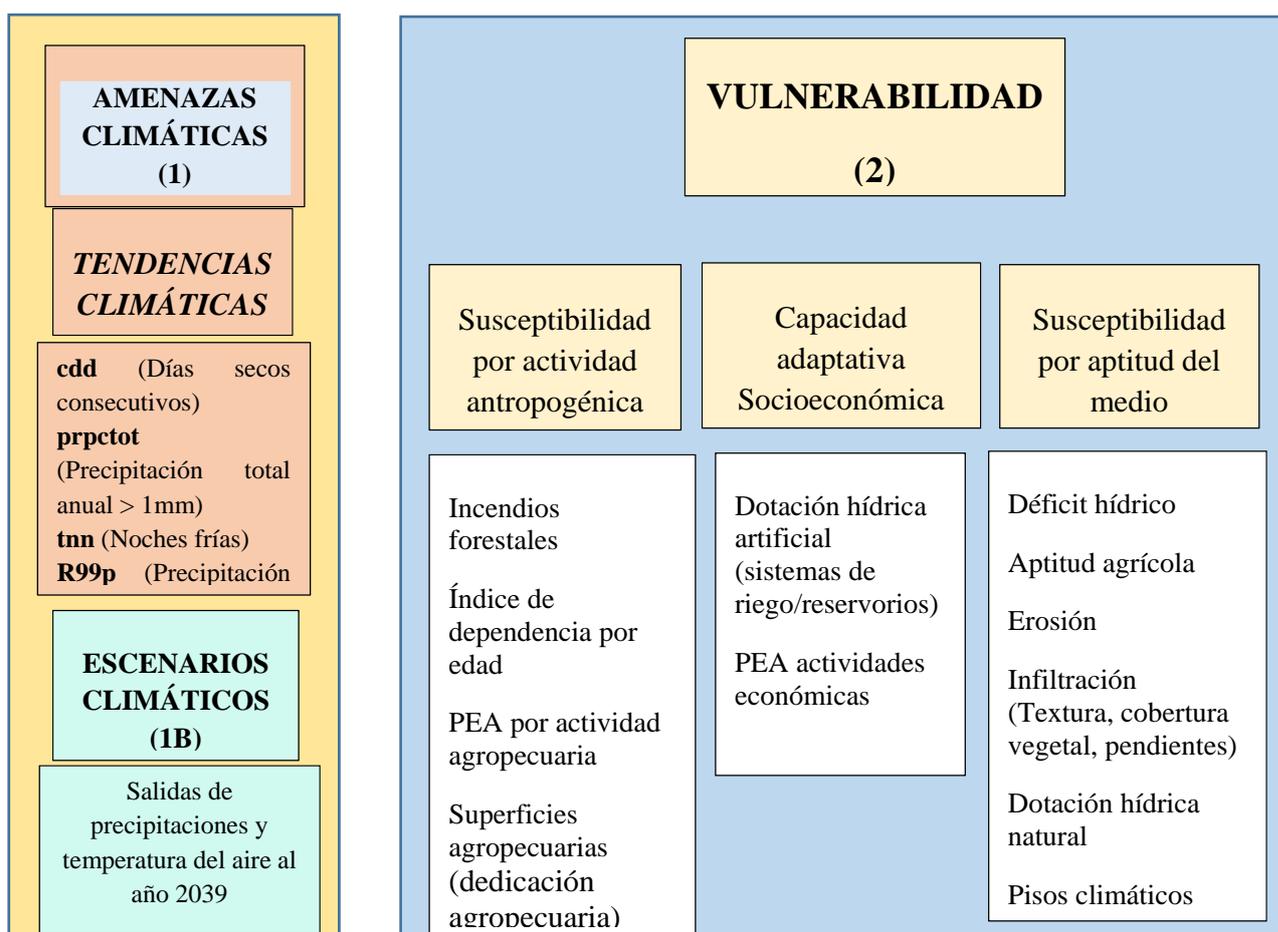


Figura 2. Esquema del proceso metodológico

## AMENAZAS CLIMÁTICAS

Para la estimación de amenazas climáticas, en base a la información de estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) se seleccionaron las dos estaciones más cercanas al área de estudio con series de 30 años de datos de temperatura y precipitación, las cuales corresponden a San Gabriel y Otavalo, localizadas en relación al área de estudio, tal como se ilustra en la siguiente figura:

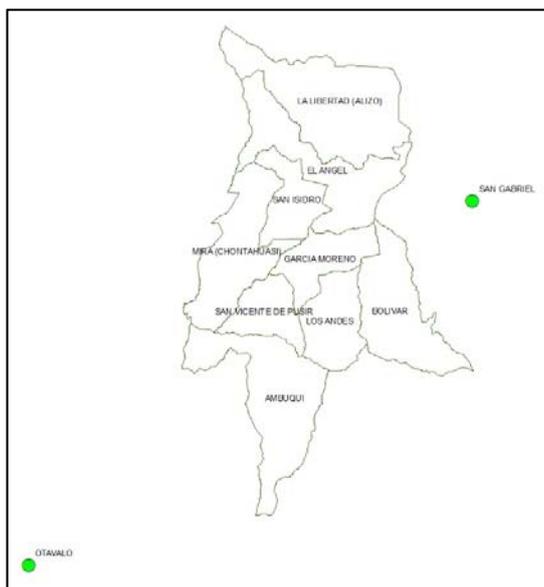


Figura 3. Localización de las estaciones utilizadas

Los datos de las dos estaciones fueron sometidos a la corrida del modelo estadístico RClimdex, aplicado en la detección de índices de cambio climático y extremos (Karl, 1999, Peterson et al, 2005), con cuyos resultados se pretende entender y estimar las tendencias del cambio climático próximo en un tiempo entre 10 y 15 años. Se pudieron establecer las siguientes tendencias climáticas dentro del área de estudio:

### TNN (Noches frías):

Este índice mide la tendencia del *valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria* (en °C), con lo que se trata de estimar el comportamiento de las noches frías vinculadas con la ocurrencia de heladas. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Longitud	Latitud	CODIGO_V	NOM_EST	tnn
-78,259722	0,237778	M105	OTAVALO	-0,056000

-77,819444	0,604167	M103	SAN GABRIEL	-0,013000
------------	----------	------	-------------	-----------

**CDD (Días secos consecutivos):**

Este índice mide la tendencia del *número máximo de días consecutivos con precipitaciones inferiores a 1 mm* (en días), con lo que se trata de estimar la tendencia del número de días consecutivos sin precipitaciones vinculado a la ocurrencia de “veranillos” o períodos secos. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Longitud	latitud	CODIGO_V	NOM_EST	cdd
-78,259722	0,237778	M105	OTAVALO	-0,206000
-77,819444	0,604167	M103	SAN GABRIEL	-0,154000

**PRCPTOT (Precipitación total anual mayor a 1mm):**

Este índice mide la tendencia de la *precipitación total anual en los días húmedos o aquellos con precipitaciones superiores a 1 mm*. (en mm.), con lo que se trata de estimar la tendencia de la cantidad total de precipitaciones caídas en un año sobre el área de estudio. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Longitud	latitud	CODIGO_V	NOM_EST	prcptot
-78,259722	0,237778	M105	OTAVALO	2,111000
-77,819444	0,604167	M103	SAN GABRIEL	0,479000

**R99p (Precipitación total anual mayor a 99 percentiles):**

Este índice mide la tendencia de la *precipitación total anual en que las precipitaciones superan los 99 percentiles* (en mm.), con lo que se trata de estimar la tendencia de las lluvias extremas sobre el área de estudio. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Longitud	latitud	CODIGO_V	NOM_EST	r99p
-78,259722	0,237778	M105	OTAVALO	0,554000
-77,819444	0,604167	M103	SAN GABRIEL	0,400000

Es necesario, en esta sección antes de pasar al taller de diagnóstico de interpretar lo que significan los resultados, tanto de manera individual como de manera grupal. Es decir si llueve xx días y tantas noches y etc que significa para la región.



## **TALLER DE DIAGNÓSTICO Y MAPEO DE ACTORES**

Durante los días 15 – 17 de octubre se realizó en la ciudad de Mira el taller “Integrando la Adaptación al Cambio Climático en la Planificación del Desarrollo” el mismo que fue organizado por el MAE y MAGAP en coordinación con GIZ.

Con ocasión del taller realizado en Mira, el equipo del CIIFEN aprovechó para realizar un acercamiento con los actores de la zona de estudio para levantar insumos tanto para el mapeo de actores cuyo informe forma parte de los productos a entregar como objeto de esta consultoría, como para la organización de los talleres de percepción a cargo del CIIFEN.

## **TALLERES DE PERCEPCIÓN E INICIATIVAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Con el objeto de complementar la información técnico-científica del estudio de vulnerabilidad de la subcuenca del río El Ángel, se realizaron dos talleres de percepción e iniciativas de adaptación frente al cambio climático.

Los dos talleres se realizaron en las ciudades de San Isidro y Bolívar los días 5 y 6 de noviembre respectivamente.

## **ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD AGROPECUARIA**

### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis considerada para este estudio es la división parroquial

### **Niveles de representación de resultados de vulnerabilidad, susceptibilidad y capacidad adaptativa**

Para la representación de los resultados de vulnerabilidad, susceptibilidad y capacidad adaptativa se adoptaron cinco niveles de representación, mientras que la asignación de colores según se trate de vulnerabilidad y susceptibilidad o, de capacidad adaptativa, se muestran en las siguientes figuras:

<b>Valor</b>	<b>Escala de representación (vulnerabilidad, susceptibilidad)</b>	<b>Color de representación</b>
5	Muy alta	

4	Alta	
3	Moderada	
2	Baja	
1	Muy baja	

Figura 4. Representación de resultados de vulnerabilidad y susceptibilidad

Valor	Escala de representación (capacidad adaptativa)	Color de representación
5	Muy alta	
4	Alta	
3	Moderada	
2	Baja	
1	Muy baja	

Figura 5. Representación de resultados de capacidad adaptativa

## ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD AGROPECUARIA

Con base en la propuesta metodológica y una vez recopilada y adecuada la información relacionada con los indicadores propuestos, se realizó la estimación de la vulnerabilidad agropecuaria del área de estudio, bajo la siguiente formulación:

$$V = S - CA \quad [1]$$

Donde:

V: Vulnerabilidad

S: Susceptibilidad

CA: Capacidad adaptativa

$$S = SAA + SAM \quad [2]$$

Donde:

SAA: Susceptibilidad por factores antropogénicos

SAM: Susceptibilidad por aptitud del medio

Considerando [2], la fórmula [1] adquiere la forma:

$$V = SAA + SAM - CA \quad [3]$$

Para la aplicación de esta formulación, se seleccionaron indicadores vinculados con cada componente de susceptibilidad y capacidad adaptativa, para lo cual se utilizaron criterios de pertenencia y de acceso a la información. Los indicadores seleccionados por componentes son los siguientes:

## SUSCEPTIBILIDAD POR ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA

### Incendios forestales

Se determinó en base a la información obtenida del mapa de probabilidades de incendios forestales elaborado por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR, 2013). Esta información en formato raster (imagen) fue llevada a formato vector debidamente depurado.

Se procedió a determinar las superficies inmersas en cada categoría, asignándoseles luego un valor correspondiente de acuerdo a la siguiente tabla:

Amenaza	Valorización
Sin dato	0
Baja	2
Media	3
Alta	4

Muy alta	5
----------	---

Se procedió a sumar los valores inmersos dentro de los límites de cada parroquia, estos resultados se encuentran en.....

### Índice de dependencia por edad

A partir de la información del VII censo de población realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), se determinó el porcentaje de la población menor a 15 (niños-adolescentes) y mayor de 65 años (adultos mayores), respecto a la población total de cada parroquia. Los datos de entrada para la estimación del índice de dependencia por edad se muestran en la siguiente tabla:

DISTRIBUCIÓN POR EDADES					
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	TOTAL 0 a 14 AÑOS	TOTAL 65 a MAS	POBLACION TOTAL
CARCHI	MIRA	MIRA (CHONTAHUASI)	1563	723	5994
CARCHI	BOLIVAR	SAN VICENTE DE PUSIR	686	169	2044
CARCHI	BOLIVAR	GARCIA MORENO	389	186	1406
CARCHI	BOLIVAR	LOS ANDES	717	248	2260
CARCHI	ESPEJO	LA LIBERTAD (ALIZO)	1044	388	3502
CARCHI	ESPEJO	EL ANGEL	1890	646	6325
CARCHI	BOLIVAR	BOLIVAR	1508	598	5206
CARCHI	ESPEJO	SAN ISIDRO	776	426	2721
IMBABURA	IBARRA	AMBUQUI	1828	442	5477

### PEA por actividad agropecuaria

A partir de la información del VII Censo de Población (INEC, 2010) relacionada con la PEA por rama de actividad, se calculó el porcentaje de la población dedicada a actividades agropecuarias respecto a la población total de cada parroquia. Aquellas con mayores valores de población dedicada a actividades agropecuarias fueron asignadas con menor valor de susceptibilidad. Idem, los resultados de este análisis se encuentran en...? O mejor incluir un párrafo inicial que explique que con estos análisis se hicieron tales cosas y los resultados se encuentran al final ...

### **Superficies agropecuarias (dedicación agropecuaria territorial)**

En base al mapa de usos del suelo del MAGAP – 2008, se extrajeron todas las superficies dedicadas a actividades agropecuarias procediéndose luego al cálculo del porcentaje de estas superficies respecto a la superficie total de cada parroquia. Aquellas con mayores valores de superficies agrícolas fueron asignadas con menor valor de susceptibilidad.

### **Dotación vial**

A partir de la información del Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA, 2001) se extrajo la información de la red vial del área de estudio. Se determinó la longitud de las vías existentes en cada parroquia ponderándose de acuerdo a su orden, de acuerdo a la siguiente tabla:

<b>Valorización Red Vial</b>	
<b>Orden Vial</b>	<b>Valorización</b>
Vías de primer orden	5
Vías de segundo orden	4
Vías de tercer orden	3
Caminos de verano	2
Vías férreas	1

Se determinó la dotación vial (longitud vial ponderada por su orden) dentro de los límites de cada parroquia. Aquellas con mayores valores de dotación vial se les asignó el menor valor de susceptibilidad.

Es necesario incluir una interpretación o conclusión final de esta parte

### **SUSCEPTIBILIDAD POR APTITUD DEL MEDIO**

#### **Déficit hídrico**

A partir de la digitalización del mapa de déficit hídrico nacional elaborado por el Sistema de Información Geográfica y Agropecuaria del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca SINAGAP (2008), se valoraron las diferentes categorías de déficit hídrico de acuerdo a la

siguiente tabla:

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
1000 – 1200	10
800 – 1000	9
600 – 800	8
400- 600	7
200 – 400	6
100 – 200	5
50 – 100	4
25 – 50	3
5 – 25	2
0 – 5	1

Se realizó el cálculo de las superficies de cada categoría de déficit hídrico considerando sus respectivos valores de susceptibilidad, luego de lo cual se procedió a una sumatoria dentro del territorio de cada parroquia.

### **Aptitud agrícola**

En base a la información de aptitud agrícola del MAGAP se valoraron las diferentes categorías de aptitud agrícola de la siguiente forma:

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Cuerpos de agua, Áreas urbanas y Zonas sin uso agropecuario	5
Agricultura con limitaciones muy importantes y Zonas de forestación, reforestación y	4

Mantenimiento de la cobertura vegetal natural, limitaciones importantes	
Agricultura con limitaciones importantes Zonas marginales para la agricultura, mejoramiento de pastos naturales existentes, limitaciones importantes	3
Agricultura con limitaciones ligeras	2

Asignando esta valoración a las diferentes categorías de aptitud agrícola, se calcularon las superficies de cada categoría dentro de los límites de cada parroquia, para a través de una sumatoria proceder a la valoración dentro de cada uno de sus territorios.

### **Erosión**

En base a la información de susceptibilidad por erosión del PROMSA (2001) se valoraron sus diferentes categorías de la siguiente forma:

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Zonas con susceptibilidad alta a la erosión	5
Zonas con susceptibilidad moderada a la erosión	4
Zonas con susceptibilidad ligera a la erosión	3
Zonas con susceptibilidad baja a la erosión	2
Zonas sin susceptibilidad a la erosión	1

Asignando esta valoración a las diferentes categorías de susceptibilidad a la erosión, se calcularon las superficies de cada categoría dentro de los límites de cada parroquia, para a través de una sumatoria proceder a la valoración dentro de cada uno de sus territorios.

## **Infiltración**

La estimación de la infiltración se realizó en base a la siguiente información:

- Usos de suelos (MAGAP, 2008)
- Pendientes (PROMSA, 2001)
- Textura del suelo (ODEPLAN, 2001)

Las diferentes categorías de cada una de estas capas fueron valoradas de acuerdo a la propuesta dentro del modelo analítico de Schosinsky y Losilla (2000) donde se consideran los valores que componen el coeficiente de infiltración sugeridos en el Manual de Estudios Hidrológicos (ONU, 1972):

$$C = (Kp + Kv + Kfc)$$

**C** = Coeficiente de infiltración.

**Kp** = Fracción que infiltra por efecto de pendiente.

**Kv** = Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal.

**Kfc** = Fracción que infiltra por textura del suelo.

### ***Por ejemplo:***

*Usos de suelo:* Bosques – mayor infiltración

*Pendientes:* Menor pendiente – mayor infiltración

*Textura:* Arenosa – mayor infiltración

Se sumaron las valoraciones de estas tres capas y el resultado fue asociado a las superficies de cada parroquia. Aquellas con mayores valores de infiltración fueron asignadas con mayor valor de susceptibilidad, toda vez que el escape del agua provocado por la infiltración, constituye un factor negativo tanto para amenazas de sequía como de heladas.

## **Dotación hídrica natural**

La dotación hídrica natural se calculó en base a la red hídrica de PROMSA, 2001 y la de lagos y lagunas del IGM.

Para el cálculo de la dotación hídrica por ríos, se determinó la longitud de los ríos ponderados por su orden, dentro de los límites de cada parroquia.

El cálculo de la dotación hídrica por lagos y laguna, se realizó considerando las superficies de lagos y lagunas dentro de cada parroquia.

Finalmente se sumaron los valores de dotación hídrica por ríos con los de lagos y lagunas. A las parroquias con mayor dotación hídrica se las relacionó con la menor susceptibilidad.

### **Pisos climáticos**

En base a información bibliográfica<sup>1</sup> y a información de curvas de nivel se delimitaron los diferentes pisos climáticos.

<b>Valores</b>	<b>Susceptibilidad</b>	<b>Altitud (msnm)</b>	<b>Piso</b>
2	Baja	1000 – 2800	Trasandino
3	Moderada	2800 – 3200	Interandino
4	Alta	3200 – 3600	Sub andino
5	Muy Alta	3600 en adelante	Andino

La asignación de estos valores obedece básicamente a criterios de susceptibilidad ante heladas. Igualmente se calcularon las superficies de cada categoría en cada parroquia, ponderadas por su valoración.

## **CAPACIDAD ADAPTATIVA SOCIOECONÓMICA**

### **Dotación hídrica artificial**

El cálculo de la dotación hídrica artificial se basó en información del IGM sobre acequias, acueductos, estanques y tanques.

- Para el caso de *acequias* y *acueductos* se realizó la suma de sus longitudes dentro de los

---

<sup>1</sup> JACOBSEN, S; SHERWOOD, S. 2002. Cultivo de Granos Andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO-CIP-CRS. Quito, Ecuador. Edición Abya-Yala. 89 p. Disponible en línea: <http://www.share4dev.info/kb/documents/3441.pdf>. Fecha de consulta: 6/12/2011.

límites de cada parroquia

- Para el caso de *estanques* se realizó el cálculo de sus superficies dentro de los límites de cada parroquia
- Para el caso de *tanques*, se sumaron los números de tanques existentes en cada parroquia.

Finalmente se sumaron las valoraciones realizadas dentro de los límites de cada parroquia, obteniéndose la dotación hídrica artificial.

### **PEA actividades económicas**

A partir de la información del VII Censo de Población (INEC, 2010) relacionada con la PEA por rama de actividad, se consideró el total de la población dedicada a las principales actividades productivas, entre las que se consideraron: agricultura, explotación minera-canteras, manufacturas, construcción y turismo.

Se calculó el porcentaje de la población dedicada a las principales actividades productivas respecto a la población total de cada parroquia. A aquellas parroquias con mayor porcentaje de población dedicada a las principales actividades productivas se le asignó el menor valor de susceptibilidad, toda vez que se tendrían mayores oportunidades de alternar entre diferentes actividades productivas en el caso de que una sea afectada.

## **RESULTADOS**

### **AMENAZAS CLIMÁTICAS**

El índice Tnn (*valor mensual mínimo de temperatura mínima diaria*) presenta una tendencia casi invariable en las dos estaciones; el índice Cdd (*días secos consecutivos*) presenta una tendencia a la disminución en ambas estaciones. El índice PRCPTOT (**Precipitación total anual mayor a 1mm**) tiene una tendencia positiva en la estación de Otavalo, mientras en la de San Gabriel se observa una tendencia positiva menor. El índice R99p (**Precipitación total anual mayor a 99 percentiles**) presenta tendencias positivas no muy marcadas en las dos estaciones, aunque un mayor valor se observa en la estación de Otavalo.

Es necesario aclarar que significa esta información para la zona.

### **PERCEPCIONES RECEPTADAS EN TALLERES**

#### **Zona alta**

- Predominio de la ganadería sobre la agricultura
- Se prefiere trabajar en florícolas por el grado de estabilidad que ofrecen
- Antes en la parte alta las épocas de siembra estaban guiadas por las lluvias presentes

en el sector, y de acuerdo a las cabañuelas.

- En la parte alta - páramo por falta de alimento para el ganado existe presiones de ganadería. La frontera agropecuaria está avanzando cerca de la Reserva, debido a que los productores buscan mejores suelos y avanzan cerca del páramo.
- Quiénes?? No tienen épocas definidas de siembra y cosecha, más se rigen por la **existencia del agua** y sistemas de riego
- Debido a las sequías, heladas y otros factores en La Libertad los agricultores (quienes)? se ha cambiado los patrones de producción, y en su *mayoría pasó de la agricultura a la ganadería*, porque con la agricultura los riesgos de pérdida de los cultivos son mayores, en cambio con la ganadería tienen un pago fijo por los litros de leche entregados.
- En La Libertad, actualmente no tienen concesionada el agua de sus acequias, porque está concesionada a los cantones de Mira y Bolívar. No tienen Junta de Agua, pero debido a los problemas de escasez de agua están pensando organizarse y **crear una junta de agua**. Existen reservorios comunitarios en la zona, pero en épocas de sequía no abastecen a toda la población, por lo que acuden a pozos de comunidades vecinas, e inclusive en ocasiones los pobladores deben ir al páramo a conseguir agua “movilización por el agua”

### **Zona media**

- Dedicación mayoritariamente agrícola
- Antes las épocas de siembra estaban definidas desde noviembre hasta febrero y marzo y la época de cosecha: desde julio hasta septiembre.
- Actualmente se siembra todo el tiempo o cuando hay facilidades para la obtención del agua, y no existe una época definida para la siembra
- En la zona de San Isidro los ríos y vertientes aparecen solo en época de lluvia, la reserva de agua ha disminuido considerablemente, llegando a desaparecer los colchones de agua con el verano, a esto se suma que persiste la tala de vegetación nativa.

### **Zona baja**

- Sembríos agrícolas y flores
- Entre agosto y septiembre se cosechaba maíz y se lo podía comercializar y las épocas de siembra eran en octubre para el maíz, trigo, frejol, arveja y chochos. Actualmente se siembra en cualquier época.
- No se visualizan cambios en la producción asociados al clima. Sí visualizan el cambio de clima. Antes no existían cambios, y tenían bien marcadas las épocas de siembra y cosecha”.
- Se usan agroquímicos y fertilizantes, eso da estatus social a los agricultores. Pocos agricultores usan abonos orgánicos como medio alternativo. La gallinaza la usan por mantener la humedad al suelo.

- Las plagas de las partes bajas están subiendo hacia las altas
- No existen períodos o ciclos de cultivos definidos
- No se identifican cambios en la producción asociados al clima

### **Futuro**

- Mayor presencia de plagas (que tipo) a que cultivos y mayor resistencia a los agroquímicos que tipo y en que cultivos (se introducirán con mayor fuerza los cultivos en invernaderos)
- Se anula la mano de obra en el campo, cual es el supuesto que genera esta aseveración?
- Se profundizará la escasez de agua y con ello los conflictos entre pobladores.
- La contaminación es otro factor que disminuye el acceso al agua. Sólo la tendrán acceso los que poseen concesiones y están dentro de las Juntas de Agua de las zonas intermedias y bajas, pero de forma positiva piensan que se seguirá con el cuidado del páramo, pues entienden que es de ahí de donde proviene el agua de la zona y esperan que el MAE siga ejerciendo el control sobre el páramo, como lo está haciendo en la actualidad.
- En la parte baja, en la zona de Bolívar, no tienen problemas de agua la reciben de acequias provenientes del páramo.

## **VULNERABILIDAD**

### **SUSCEPTIBILIDAD POR ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS**



Figura 6. Susceptibilidad agrícola por actividades antropogénicas

**SUSCEPTIBILIDAD POR APTITUD DEL MEDIO**



Figura 7. Susceptibilidad agrícola por aptitud del medio

**CAPACIDAD ADAPTATIVA**



Figura 8. Capacidad adaptativa agrícola

## VULNERABILIDAD ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

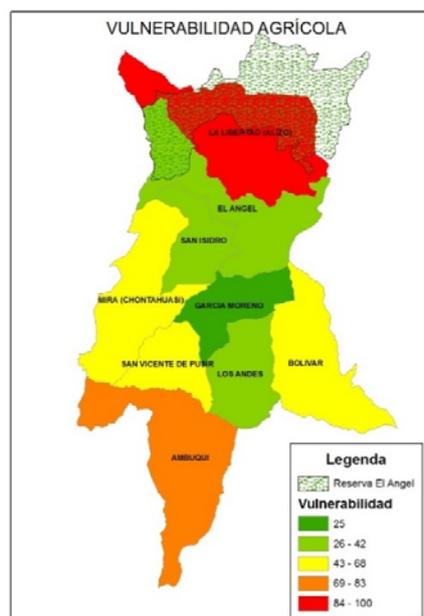


Figura 9. Vulnerabilidad agrícola total

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

## TENDENCIAS CLIMÁTICAS

La tendencia encontrada en las temperaturas mínimas diarias, hace prever que se mantienen las condiciones actuales en el comportamiento de esta temperatura y por ende en lo que concierne a las heladas.

La tendencia encontrada en el índice de días secos consecutivos, asociado a períodos secos o “veranillos” hace suponer una disminución de estos períodos secos, especialmente en la estación de Otavalo.

La tendencia de las precipitaciones totales anuales permite deducir un mayor incremento en la estación de Otavalo, mientras que en la estación de San Gabriel este incremento tiene menor significación.

La tendencia del índice de precipitaciones mayores a 99 percentiles asociado a lluvias torrenciales, permite deducir un ligero incremento de lluvias torrenciales con mayor énfasis en la estación de Otavalo y por ende en la zona sur occidental del área de estudio, por encontrarse más cerca de dicha estación, mientras que en la estación de San Gabriel la tendencia hacia estos eventos es menor.

En resumen se observa una tendencia casi invariable de temperatura mínima diaria y por ende un comportamiento de heladas casi invariable, una leve disminución de los “veranillos” o períodos secos, un leve incremento de las precipitaciones totales anuales y un leve incremento de lluvias torrenciales

<b>Descripción asociada a índices de tendencias</b>	<b>Estación Otavalo</b>	<b>Estación San Gabriel</b>
Temperatura mínima diaria	Se mantienen	Se mantienen
Días secos consecutivos	Leve disminución	Disminución de menor significación
Precipitaciones totales anuales	Leve incremento	Incremento de menor significación
Lluvias torrenciales	Leve incremento	Incremento de menor significación

## **TALLERES DE PERCEPCIÓN**

- En la parte alta existe un predominio de la ganadería sobre la agricultura, pues la primera presenta menos riesgos. La ganadería presiona sobre el páramo.
- Las florícolas son más atractivas por el grado de estabilidad que dan al trabajador
- No se tiene definición sobre la época de siembra y cosecha pues se rigen por la existencia del agua
- Aunque si visualizan el cambio de clima, no visualizan cambios en la producción asociados al clima.
- Las plagas de las partes bajas están subiendo a las partes altas.
- Se distorsionó el patrón de estacionalidad de lluvias. Se ha movido el inicio de lluvias hacia el mes de febrero.
- Las heladas y granizadas son impredecibles.
- Las heladas, sequías y vientos fuertes se presentan con mucha inestabilidad
- No se puede esperar en el clima para iniciar los periodos de siembra y cosecha a causa de su inestabilidad
- Para el futuro se prevé una drástica disminución de la mano de obra agrícola y de la escasez del agua para agricultura. Cuáles son las razones para prever este tema??

## **VULNERABILIDAD**

Los mayores valores de vulnerabilidad de la actividad agropecuaria (muy alta) se localizan en la parroquia La Libertad, dentro de la cual se encuentra parte de la Reserva Ecológica El Ángel, en segundo lugar se encuentra Ambuquí con una vulnerabilidad alta. La parroquia con menor vulnerabilidad agropecuaria (muy baja) corresponde a García Moreno, mereciendo también mención en este sentido, las parroquias El Ángel, San Isidro y Los Andes con una vulnerabilidad baja.

## **CONCLUSIONES**

1. En la práctica, las heladas, sequías y los vientos se presentan con mucha inestabilidad y el inicio del período lluvioso se ha desplazado. Por todo lo anterior, los aspectos climáticos ya no constituyen la guía para el ejercicio del calendario agrícola en la zona, el mismo que es regido más bien por el acceso al agua a través de medios artificiales.
2. Se observan problemas con la dotación de agua para agricultura inclusive en las parroquias niveles de vulnerabilidad agrícola baja y muy baja. No existe un calendario agrícola. Este se establece de acuerdo a la disponibilidad de agua.
3. Es necesario anotar que la parroquias La libertad, asociada con la Reserva El Ángel,

presenta una alta vulnerabilidad agrícola, lo que significa que existen fuertes restricciones para el desarrollo de esta actividad

4. Está arraigado el uso de agroquímicos y pocos agricultores utilizan productos orgánicos.
5. Las plagas están subiendo de las partes bajas a las altas.
6. La zona de la parroquia Ambuquí presenta una muy baja aptitud agrícola porque? Debido a que?

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar un análisis de escenarios climáticos que permitan vincular el comportamiento del clima y la actividad agropecuaria con mayor alcance (más de 30 años).
2. Impulsar la implementación de cercas vivas con especies leguminosas forrajeras que por un lado aporten nitrógeno al suelo y por otro sirvan de barrera a los vientos, disminuyendo así su velocidad y por ende la evapotranspiración y el consumo de agua por parte de los cultivos con ellas cercados. Las barreras vivas existentes y que realizan los agricultores no son suficientes?
3. Fomentar el buen manejo (ahorro) del agua entre los agroproductores cómo
4. Implementar un fondo de agua que gestión este recurso en toda la cuenca. Existe ya la iniciativa, conversaron con la Mancomunidad?
5. Promover e implementar un plan emergente de salvaguarda de los recursos de la Reserva El Ángel incluyendo su área de influencia, donde se cuente con una activa participación comunitaria con el ánimo de detener el avance de la actividad agropecuaria.
6. Desarrollar programas de buenas prácticas agrícolas y manejo de insumos donde se incluya también el tema de educación ambiental a la comunidad.
7. Fortalecer la interacción entre el MAGAP-INIAP-Comunidad para la generación y acceso a semillas de variedades adaptadas a las nuevas condiciones agroecológicas (por ejemplo: rápida maduración acorde a la reducción del período lluvioso, resistencia a plagas, etc.) fomentando luego la implementación de empresas comunitarias de semillas que tomen la posta en la producción de semillas certificadas.
8. Reordenamiento de la actividad agropecuaria en la parroquia Ambuquí debido a su baja aptitud agrícola acompañada además de un alto déficit hídrico y alta infiltración y por ende, con problemas de dotación de agua para el desarrollo de la actividad agrícola. Esto debe acompañarse con la promoción de siembra de productos con menor demanda de agua.
9. Promover y fomentar actividades económicas alternativas como prevención a los efectos

del cambio climático. Cómo cuales?

10. Fomentar la transformación agrícola de que tipo? De que productos? sin el agotamiento de los recursos naturales

## **BIBLIOGRAFÍA**

- FAO, 2010. Agricultura climáticamente inteligente. Políticas, practicas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación.
- IPCC, 2012. Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres, para mejorar la adaptación al cambio climático. Resumen para responsables de políticas. Informe especial del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.
- Karl, 1999 CLIVAR/GCOS/WMO workshop on indices and indicators for climate extremes 1999; Peterson, T.C., and Coauthors: Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001, 2005).
- OECD, 2009. Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation. Policy guidance.
- Peterson, T.C., and Coauthors: Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001, 2005).
- PROAÑO Mauricio, Oswaldo Paladines. 1998. Análisis de los Sistema Agropecuarios de los Pequeños y Medianos Productores de la Subcuenca del Río El Ángel. Proyecto Manrecur I/FUNDAGRO – IDRC. Quito