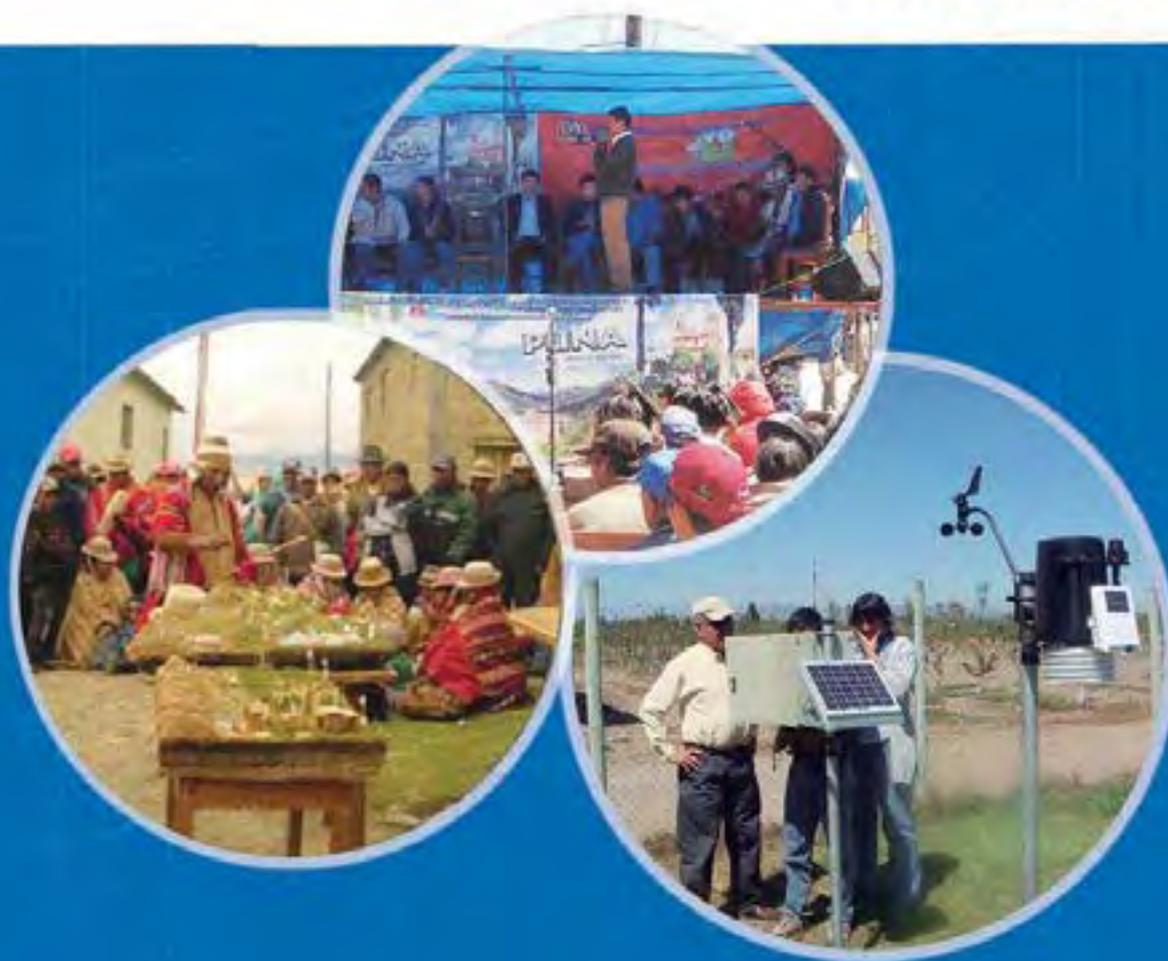




# Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía





**Sistema Integral de Información  
Agroclimática para la Gestión del  
Riesgo y la Seguridad Alimentaria  
con Soberanía**



Esta es una publicación del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario (VDRA) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) con el apoyo del Programa de Reducción del Riesgo de Desastres (PRRD) de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), implementado por HELVETAS Swiss Intercooperation.

**Autores:**

Eduardo Chilon Camacho  
Egler Huarachi Mamani  
Ausberto Huayllani Montoya

**Revisión de texto:**

Oscar Paz  
Claudia Rivadeneira

**Fotografías:**

Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario, PRRD y PROSUCO.

Al citar este documento debe señalar como: Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía. MDRyT- VDRA-UCR, La Paz, Bolivia, 2012.

**Diseño y diagramación:**

Mauricio Quinteros Saavedra

**Impresión:**

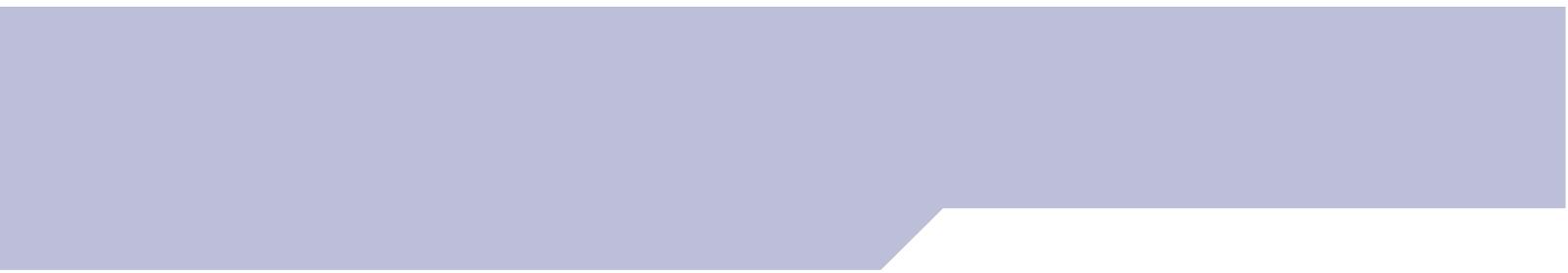
Industria Gráfica Orbe - Bol  
Contactos: 72508599

**Depósito legal:**

© 2012 MDRyT -VDRA

# Índice

Presentación.....	5
1. Antecedentes y justificación .....	7
¿POR QUÉ ES NECESARIO EL SIAGERSA? .....	8
2. Objetivos del SIAGERSA.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos .....	9
3. Políticas nacionales de gestión del riesgo agropecuario y cambio climático .....	10
La Constitución Política del Estado Plurinacional.....	10
La Ley N° 2140 del 25 de octubre de 2000, para la reducción de riesgos y atención a desastres. ....	12
Decreto Supremo N° 29894 Art. 112, de fecha 7 de febrero de 2009 .....	13
La Ley N° 031 del 19 de julio de 2010 “Ley Marco de Autonomías y Descentralización- Andrés Ibáñez” ....	13
4. El SIAGERSA y el contexto internacional .....	17
5. Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria.....	18
5.1. Componente de bioinformación local SIAGERSA .....	18
5.2 Componente Agrometeorológico del SIAGERSA .....	28
5.3 Componente de Buenas Prácticas .....	39
6. Bibliografía consultada .....	42



## Presentación



Desde tiempos inmemoriales, nuestras culturas ancestrales que habitaron y se desarrollaron en el amplio y variado territorio de nuestro país, fueron civilizaciones con avanzados conocimientos y tecnología que les permitieron contrarrestar los eventos climáticos extremos como: las sequías, heladas, granizadas, inundaciones, etc. Entre las técnicas ancestrales desarrolladas para enfrentar los riesgos climáticos se tiene los sistemas de pronósticos locales en base a indicadores naturales e infraestructuras como: las terrazas agrícolas, camellones, lomas, canales, terraplenes y otras tecnologías.

Los pronósticos locales agroclimáticos basados en indicadores naturales caso del comportamiento de los animales, las características estacionales de las plantas (floración) y la configuración de los astros, permitieron lograr un eficiente sistema de planificación y prevención frente a los fenómenos climáticos adversos; muchos de estos conocimientos milenarios -a pesar de la imposición de la conquista- se mantienen vigentes hasta el presente, pero requieren recrearse, validarse e investigarse, para su masificación frente a los efectos que está provocando el cambio climático global, para lo cual se necesitan estaciones agrometeorológicas automáticas en los campos de cultivo.

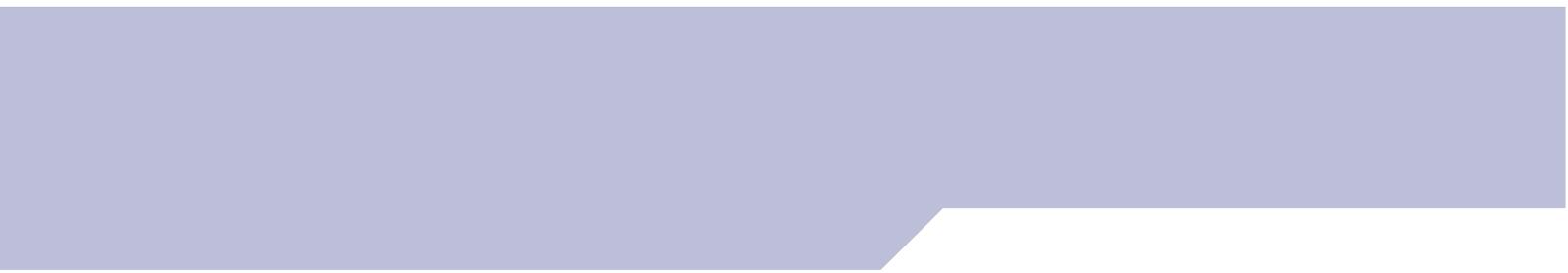
El Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía (SIAGERSA)-basado en los componentes Agrometeorológico, Bioinformación y “Buenas Prácticas”, en el marco de los alcances de los artículos 24 y 25 de la Ley 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria y en el artículo 17 de la Ley de la Madre Tierra- se constituye en una medida estratégica al integrar la ciencia convencional con los saberes ancestrales y, al ser una política de Estado, recibirá un impulso para recuperar y poner nuevamente en vigencia el sistema milenario de pronósticos locales.

**“Unjasawa amuyt’aña, yatisawa arsuña, yant’asawa luraña, suma qamañataki”**

**“Viendo se piensa, sabiendo se habla, experimentado se hace, para vivir bien”**

**Víctor Hugo Vásquez Mamani**

VICEMINISTRO DE DESARROLLO RURAL Y AGROPECUARIO



## I. Antecedentes y justificación

El cambio climático global está exacerbando los eventos agroclimáticos extremos convirtiéndolos en catastróficos para las zonas productivas del territorio nacional, causando zozobra en la población e inseguridad alimentaria en varias comunidades y municipios. La alta vulnerabilidad de la población rural y periurbana y la situación de pobreza que manifiestan gran parte de las poblaciones rurales, de oriente y occidente del país, contribuyen a que los fenómenos naturales excepcionales y la acción antrópica pongan en serio riesgo la vida humana, los bienes y la infraestructura productiva.

Una medida estratégica para acciones de prevención y rehabilitación de las bases productivas agropecuarias afectadas por desastres naturales, es contar con un sistema integral de información agroclimática y de pronóstico local que brinde en tiempo y oportunidad las alertas necesarias para la toma de decisiones, la implementación de acciones de prevención, atención de emergencias y rehabilitación con buenas prácticas, así como prever financiamiento para el desarrollo y la protección de las inversiones del Estado Plurinacional.

El país cuenta con un sistema convencional de información meteorológica, centralizada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) que recibe y procesa información de temperatura, precipitación y humedad relativa ambiente de las estaciones meteorológicas de la Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA), Servicio de Medición de la Navegación (SEMENA), Servicio Hidrográfico Nacional y de estaciones propias, distribuidas en varias regiones del país; sin embargo, al no contar con estaciones agrometeorológicas, no se tiene información de temperatura de suelos, humedad del suelo, intensidad lumínica fotosintética, ni humedad relativa en superficie foliar. El resguardo de la seguridad alimentaria y de la producción de cultivos requiere información agrometeorológica de campo.

Por otro lado se cuenta con una riqueza cultural en las comunidades originarias, ligada a los pronósticos locales y prácticas ancestrales de convivencia con los riesgos climáticos. Estos pronósticos se practican desde nuestros ancestros y permiten elaborar los calendarios agrícolas y planificar la siembra adelantada, intermedia o retrasada; distribución y uso de las *aynuqas* o áreas de cultivos colectivos.

En este contexto, el SIAGERSA integra las fuentes de información convencional agrometeorológica con los bioindicadores naturales (pronósticos locales) de las comunidades, para contar con información integral que primero sirva al productor local y también ayude a las autoridades comunales y municipales a definir y planificar acciones de prevención, atención de las emergencias y la rehabilitación de las bases productivas afectadas por los fenómenos naturales adversos.

## ¿POR QUÉ ES NECESARIO EL SIAGERSA?

- Para cumplir con los mandatos de la Constitución Política del Estado Plurinacional.
- Para implementar la Ley N° 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria (Art. 24 y 25).
- Para cuidar las inversiones del Estado en el sector agropecuario.
- Para coadyuvar en el resguardo de la seguridad alimentaria con soberanía.
- Para dar cobertura y seguridad a las acciones estratégicas del Estado a través del Seguro Agrícola, Alimenta Bolivia, Programa de Apoyo a la Seguridad Alimentaria (PASA), Programa de Alianzas Rurales (PAR) y los complejos agroindustriales.
- Para la gestión del riesgo y la adaptación al Cambio Climático en el sector agropecuario.
- Para proveer de información oportuna al Observatorio Agroambiental, el Instituto Nacional de Seguro Agrario (INSA) y otras instituciones.
- Para los programas y proyectos reactivos y prospectivos de la Unidad de Contingencia Rural (UCR).
- Para apoyar a los productores agropecuarios en la reducción de los riesgos del cambio climático, desde el escenario local comunal, con el uso de la información integral agroclimática y la implementación de buenas prácticas.

EL SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICA Y GESTIÓN DEL RIESGO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA CON SOBERANÍA (SIAGERSA), es un sistema integral que basado en la información agrometeorológica y la bioinformación local, procesa y difunde información para la gestión del riesgo agropecuario y la toma de decisiones de los productores agropecuarios locales y las autoridades nacionales en acciones de: prevención, atención de las emergencias y rehabilitación de las bases productivas para la seguridad alimentaria con soberanía.

**El SIAGERSA revaloriza los espacios sagrados de las culturas milenarias y de observación agroclimática** con la recuperación y fortalecimiento de los centros ceremoniales emblemáticos y de observación agroclimática de origen ancestral de los siguientes lugares:

- Centro Ceremonial de Tiahuanaco (La Paz).
- Centro Ceremonial de Macha (Potosí).
- Centro Ceremonial de Samaipata (Santa Cruz).
- Centro Ceremonial Incahuasi (Cochabamba).
- Centro Ceremonial de Moxos (Beni).
- Centro Ceremonial de Tentayape (Chaco Chuquisaqueño, llamado el Tiahuanaco de los guaraníes).

## 2. Objetivos del SIAGERSA

### Objetivo general

Generar información agroclimática integral e integrada (agrometeorológica y bioinformación) con cobertura nacional y municipal, y su difusión oportuna para la gestión del riesgo agropecuario, la seguridad alimentaria con soberanía y la adaptación al cambio climático.

### Objetivos específicos

- Procesar y difundir información agroclimática integral e integrada (agrometeorológica y bioinformación), en tiempo y oportunidad, para la toma de decisiones de los productores locales y las autoridades nacionales en acciones de prevención, atención de emergencias, rehabilitación y la implementación de buenas prácticas para la seguridad alimentaria con soberanía.
- Realizar el monitoreo de cultivos prioritarios para la seguridad alimentaria, generando información que permita tomar decisiones oportunas de intervención y disminución de desastres naturales de: papa, quinua, trigo, cebada, maíz, arroz, yuca, plátano y caña de azúcar.
- Generar alianzas estratégicas con instituciones del sector agropecuario para fortalecer y dar sostenibilidad al SIAGERSA, así como articularse al Observatorio Agroambiental, al INSA y a otros programas.



### 3. Políticas nacionales de gestión del riesgo agropecuario y cambio climático

#### La Constitución Política del Estado Plurinacional

Señala lo siguiente:

**Artículo 108.** Son deberes de las bolivianas y los bolivianos:

**11. Socorrer** con todo el apoyo necesario en casos de desastres naturales y otras contingencias.

**Artículo 137.** En caso de peligro para la seguridad del Estado, amenaza externa, conmoción interna o desastre natural, la Presidenta o el Presidente del Estado tendrá la potestad de declarar el estado de excepción, en todo o en la parte del territorio donde fuera necesario. La declaración del estado de excepción no podrá en ningún caso suspender las garantías de los derechos, ni los derechos fundamentales, el derecho al debido proceso, el derecho a la información y los derechos de las personas privadas de libertad.

**Artículo 172.** Son atribuciones de la Presidenta o del Presidente del Estado, además de las que establece esta Constitución y la Ley:

**26. Declarar** estado de excepción.

**Artículo 339.** I. El Presidente de la República podrá decretar pagos no autorizados por la ley del presupuesto, únicamente para atender necesidades impostergables derivadas de calamidades públicas, de conmoción interna o del agotamiento de recursos destinados a mantener servicios cuya paralización causará graves daños. Los gastos destinados a estos fines no excederán del uno por ciento del total de egresos autorizados por el Presupuesto General.

**Artículo 341.** Son recursos departamentales:

**5.** Las transferencias extraordinarias del Tesoro General de la Nación, en los casos establecidos en el artículo 339.I de esta Constitución.

**Artículo 407.** Son objetivos de la política de desarrollo rural integral del Estado, en coordinación con las entidades territoriales autónomas y descentralizadas.

**4.** Proteger la producción agropecuaria y agroindustrial ante desastres naturales e inclemencias climáticas, geológicas y siniestros. La Ley preverá la creación del seguro agrario.

## La Ley N° 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, del 26 de junio de 2011.

**Artículo 24. (POLÍTICA DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN DE RIESGO).** En el marco del Sistema Nacional para la Reducción de Riesgos y Atención de Desastres o Emergencias y el Artículo 100 de la Ley N° 031, de 19 de julio de 2010, Ley Marco de Autonomías y Descentralización “Andrés Ibáñez”, las entidades estatales en coordinación con las y los actores productivos, implementarán un sistema de prevención y gestión de riesgos relacionados a desastres asociados a fenómenos naturales, intervenciones antrópicas, plagas, enfermedades, siniestros climáticos y riesgos del mercado que puedan afectar la soberanía alimentaria, mediante:

1. El monitoreo y alerta temprana para contar con información oportuna y permanente sobre la posibilidad de ocurrencia de eventos adversos que afecten a la producción de alimentos.
2. La prevención, atención y mitigación de emergencias alimentarias, así como la rehabilitación y reconstrucción de infraestructura, y recuperación de las capacidades productivas.
3. El fomento al desarrollo de capacidades de las comunidades para la gestión de riesgos.

**Artículo 25. (POLÍTICA DE ATENCIÓN DE EMERGENCIAS ALIMENTARIAS).** En caso de fenómenos asociados a desastres naturales e intervenciones antrópicas que pongan en riesgo el acceso a la alimentación, el Estado implementará programas para dotar de alimentos suficientes a las poblaciones afectadas, fomentando la compra de alimentos locales, mediante un trabajo coordinado entre las instituciones competentes.

La Ley N° 300 del 15 de octubre de 2012, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. Artículo 17 (PREVENIR Y DISMINUIR LAS CONDICIONES DE RIESGO Y VULNERABILIDAD DE LA MADRE TIERRA Y DEL PUEBLO BOLIVIANO). El Estado Plurinacional de Bolivia promoverá acciones para prevenir y disminuir las condiciones de riesgo y vulnerabilidad de la Madre Tierra y del pueblo Boliviano ante los Desastres Naturales e impacto del Cambio Climático mediante los siguientes aspectos principales:

1. Incorporación e innovación permanente del enfoque de Prevención, Gestión del Riesgo de Desastres y de Adaptación al Cambio Climático en el Sistema de Planificación Integral del Estado Plurinacional de Bolivia.
2. Acciones de Gestión de Riesgo en el sector agropecuario para prevenir la disminución de la capacidad de la producción alimentaria del país, en el marco de la Soberanía y Seguridad Alimentaria con énfasis en la población y regiones más vulnerables.
3. Integración del enfoque de Reducción del Riesgo de Desastre y Adaptación al Cambio Climático en los programas y proyectos de desarrollo del nivel central del Estado y de las

entidades territoriales autónomas, fortaleciendo las capacidades institucionales y mejorando los procesos de coordinación entre las entidades competentes en la planificación, gestión y ejecución de intervenciones en esta materia, en el marco de sus competencias.

4. Desarrollo de redes de información climática, alerta temprana y estrategias de información y difusión para la prevención de los desastres naturales, con la incorporación de medios de comunicación en acciones de sensibilización de la población y con énfasis en el sector agropecuario y el cambio climático considerando las experiencias y la sabiduría de las naciones indígenas, originario - campesinas, comunidades interculturales y afrobolivianas en el manejo de indicadores para la predicción climática local.
5. Fortalecimiento de los procesos de gestión en las entidades territoriales autónomas y en los territorios, bajo cualquier forma de propiedad, con un enfoque de Gestión de Riesgos y de Adaptación al Cambio Climático.
6. Articulación entre entidades públicas, privadas, sector académico y organizaciones sociales para desarrollar procesos de investigación, información, planificación y ejecución de intervenciones en la Gestión del Riesgo de desastres con un enfoque de Adaptación al Cambio Climático.

## La Ley N° 2140 del 25 de octubre de 2000, para la reducción de riesgos y atención a desastres.

**Artículo 3. PRINCIPIOS.** Son principios fundamentales de la presente Ley:

- **Obligatoriedad e interés colectivo.** La reducción de riesgos y atención de desastres y/o emergencias son de interés colectivo y las medidas establecidas para este fin son de cumplimiento obligatorio.
- **Derecho a la protección.** Todas las personas que viven en el territorio nacional tienen derecho a la protección de su integridad física, su infraestructura productiva, sus bienes y su medio ambiente frente a los posibles desastres y/o emergencias.
- **Responsabilidad.** La generación de riesgos vinculados con desastres y/o emergencias por parte de instituciones públicas, privadas o personas conlleva necesariamente la responsabilidad que corresponda.
- **Gestión descentralizada.** La reducción de riesgos y atención de desastres y/o emergencias se ajusta al concepto de descentralización, determinándose por esta razón que la base del sistema son los gobiernos municipales, que deberán asumir esta responsabilidad en primera instancia.
- **Subsidiaridad.** En el marco del principio de gestión descentralizada se establece que cuando las capacidades técnicas y de recursos de los municipios fueron rebasadas, deberán generarse mecanismos de apoyo y soporte a nivel departamental y sí correspondiere a nivel nacional.

- **Planificación e inversiones.** La reducción de riesgos y atención de desastres y/o emergencias son elementos fundamentales de la planificación del desarrollo, el ordenamiento territorial y la inversión pública y privada en el marco del desarrollo sostenible.
- **Integralidad.** Se establece que la gestión de desastres en el marco de la presente Ley debe sustentarse en la reducción de riesgos y la atención de desastres, ambas claramente referenciadas en cuanto a las responsabilidades, dependencia institucional, complementadas e interrelacionadas en sus objetivos.
- **Educación.** Los procesos educativos en materia de reducción de riesgos y atención de desastres y/o emergencias serán formuladas por el Gobierno Nacional, uniendo esfuerzos públicos y privados para su ejecución.
- **Función estatal.** Dado el carácter multisectorial del tema y la pluralidad de instituciones que conforman el sistema, la estructura de éste y su organización jerárquica son las mismas que ejerce el Estado.

## **Decreto Supremo N° 29894 Art. 112, de fecha 7 de febrero de 2009**

Señala que las políticas nacionales se orientan a organizar mecanismos de protección de riesgos a la producción agropecuaria, con la implementación de mecanismos de prevención, reducción y manejo de desastres y un sistema de prevención de contingencias.

## **La Ley N° 031 del 19 de julio de 2010 “Ley Marco de Autonomías y Descentralización- Andrés Ibáñez”**

**Artículo 100. (GESTIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES).** En aplicación del Parágrafo II del Artículo 297 de la Constitución Política del Estado y el Artículo 72 de la presente Ley, se incorpora la competencia residual de gestión de riesgos de acuerdo a la siguiente distribución:

### **I. A nivel central del Estado tiene las siguientes competencias exclusivas:**

- 1.** Coordinar el Sistema Nacional de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y Emergencias (SISRADE).
- 2.** Establecer los criterios, parámetros, indicadores, metodología común y frecuencia para evaluar, clasificar, monitorear y reportar los niveles de riesgo de desastre de acuerdo a sus factores de amenaza y vulnerabilidad.
- 3.** Generar e integrar la información sobre amenazas de orden meteorológico, geológico, geofísico y ambiental disponibles a nivel central del Estado y los municipios.

4. Definir políticas y articular los sistemas de alerta temprana.
5. Consolidar los indicadores de riesgo y reducción del mismo y atención de desastres emanados por los gobiernos departamentales autónomos, efectuando el seguimiento correspondiente a escala nacional.
6. Integrar el análisis de los factores de riesgo de desastre en los sistemas nacionales de planificación del desarrollo, ordenamiento territorial e inversión pública.
7. Diseñar y establecer políticas y mecanismos que garanticen la financiación de medidas de reducción de riesgos de desastre, incorporadas dentro de la gestión del desarrollo.
8. Diseñar y establecer políticas de incentivos para garantizar una disminución sostenida de los niveles de riesgo existentes en el país.
9. Establecer parámetros y clasificar las categorías de declaratoria de desastre y/o emergencia y el retorno a la normalidad, tomando en cuenta tanto la magnitud y efectos del desastre, como la capacidad de respuesta de las entidades territoriales afectadas, activando el régimen de excepción establecido en el ordenamiento jurídico vigente, y considerando los principios de: seguridad humana, responsabilidad y rendición de cuentas.
10. Declarar desastre y/o emergencia, de acuerdo a las categorías establecidas y ejecutar acciones de respuesta y recuperación integral de manera coordinada con las entidades territoriales autónomas.
11. Definir políticas y mecanismos de protección financiera para enfrentar contingencias y permitir la recuperación por desastres en el nivel nacional.
12. Gestionar los recursos para la atención de desastres y/o emergencias y la recuperación de desastres.

## **II. Los gobiernos departamentales tienen las siguientes competencias exclusivas:**

1. Conformar y liderar comités departamentales de reducción de riesgos y atención de desastres, en coordinación con los comités municipales.
2. Consolidar los indicadores de riesgo o reducción del mismo y atención de desastres informados por los gobiernos municipales, efectuando el seguimiento correspondiente a escala departamental.
3. Definir políticas en programas y proyectos que integren la reducción de riesgos de desastre, tanto de tipo correctivo como prospectivo.

4. Evaluaciones del riesgo aplicando los criterios, parámetros y metodología común para clasificar los mismos, monitorearlos, comunicarlos dentro del ámbito departamental y reportarlos al SISRADE.
5. Elaborar sistemas de alerta temprana vinculados a más de un municipio.
6. Elaborar políticas de incentivos para garantizar una disminución sostenida de los niveles de riesgo existentes en el país, de acuerdo a la clasificación del riesgo.
7. Declarar desastre y/o emergencia, en base a la clasificación respectiva y acciones de respuesta y recuperación integral de manera concurrente con los gobiernos municipales e indígenas, originario-campesinos.
8. Normar, diseñar y establecer políticas y mecanismos de protección financiera para enfrentar contingencias y permitir la recuperación por desastres en el nivel departamental.
9. Definir políticas y mecanismos que garanticen la financiación de medidas de reducción de riesgos de desastre incorporadas en la gestión de desarrollo.

### **III. Los gobiernos municipales tienen las siguientes competencias exclusivas:**

1. Ser parte del SISRADE que en el nivel municipal constituye el conjunto orgánico y articulado de estructuras, relaciones funcionales, métodos y procedimientos entre entidades municipales, públicas, privadas y las organizaciones ciudadanas, así como los recursos físicos, técnicos, científicos, financieros y humanos que se requieran para la reducción del riesgo y la atención de desastres y/o emergencias.
2. Normar, conformar y liderar comités municipales de reducción del riesgo y atención de desastres.
3. Aplicar la metodología común de indicadores de riesgo, reducción del mismo y atención de desastres, formulada por el nivel central del Estado, efectuando el seguimiento correspondiente a escala municipal.
4. Definir políticas en programas y proyectos que integren la reducción de riesgos de desastre, tanto de tipo correctivo como prospectivo.
5. Realizar evaluaciones exhaustivas del riesgo aplicando los criterios, parámetros y metodología común para clasificar los niveles de riesgo de desastre, monitorearlos, comunicarlos en el ámbito municipal y reportarlos al SISRADE.
6. Gestionar y consolidar información municipal a través de un mecanismo que promueva la gestión comunitaria de la información y el conocimiento sobre riesgo, desastre y/o emergencia.

7. Generar e integrar la información sobre amenazas de orden meteorológico, geológico, geofísico y ambiental.
8. Implementar sistemas de alerta temprana.
9. Promover el desarrollo de una sociedad civil activa capaz de articular necesidades y prioridades en términos de reducción del riesgo, desastres y/o emergencia.
10. Aplicar el análisis de los factores de riesgo de desastre en la planificación del desarrollo municipal, la programación operativa, el ordenamiento territorial y la inversión pública municipal en coordinación con los planes de desarrollo del nivel central y departamental del Estado.
11. Elaborar políticas de incentivos para garantizar una disminución sostenida de los niveles de riesgo existentes en el país, de acuerdo a la clasificación de riesgo.
12. Declarar desastre y/o emergencia, de acuerdo a la categorización que corresponda. Ejecución de respuesta y recuperación integral con cargo a su presupuesto.
13. Definir políticas y mecanismos de protección financiera para enfrentar contingencias y permitir la recuperación por desastres en el nivel municipal.

**IV. Los gobiernos de las autonomías indígenas originario - campesinas son parte del sistema nacional de prevención y gestión de riesgos, en coordinación con el nivel central del Estado y los gobiernos departamentales, regionales y municipales.**

Los gobiernos de las autonomías indígenas, originario-campesinas desarrollarán y ejecutarán sus sistemas de prevención y gestión de riesgos en el ámbito de su jurisdicción, acorde al manejo integral que históricamente tienen de sus territorios y los conocimientos ancestrales sobre el hábitat que ocupan.

## 4. El SIAGERSA y el contexto internacional

Las sequías drásticas y las inundaciones por intensas lluvias son algunas de las causas fundamentales de desastres en América Latina. Las tendencias climáticas observadas en estos últimos años muestran el incremento de la frecuencia e intensidad de estos fenómenos, por lo que la detección y la alerta temprana devienen en una tarea de prioridad nacional y regional.

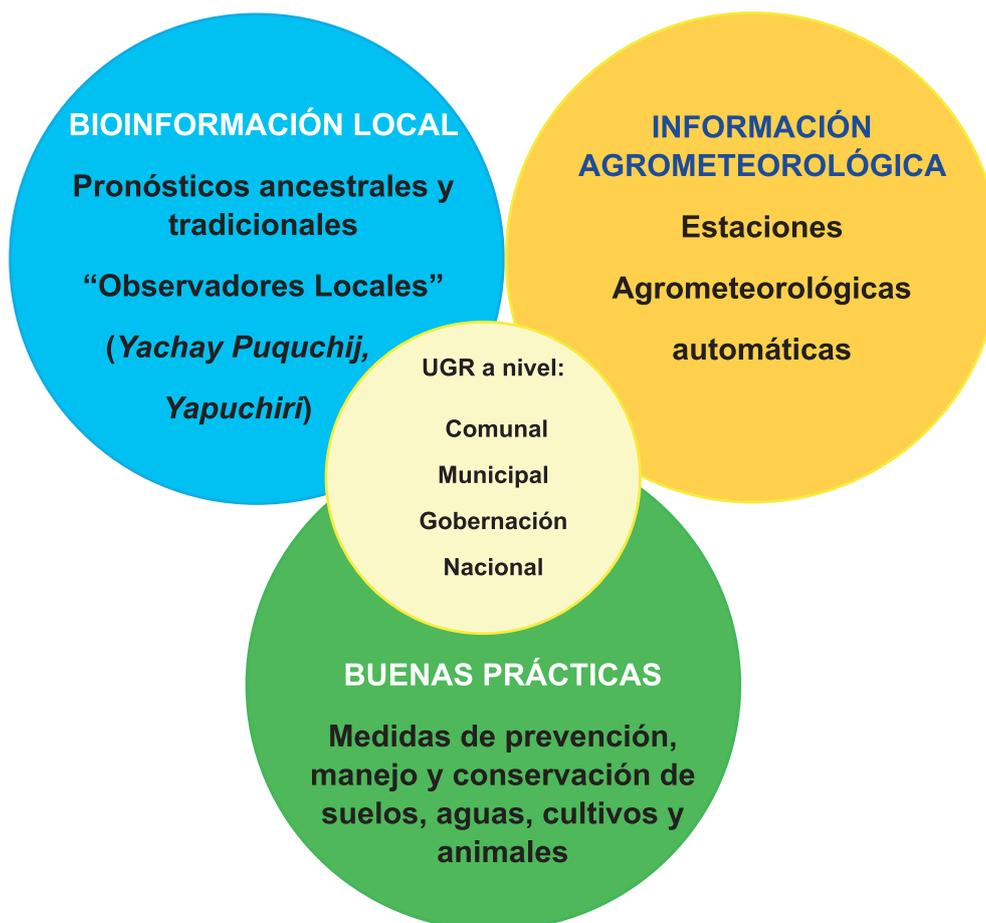
Tomando en cuenta lo establecido en la Convención de Lucha contra la Desertificación (CCD) elaborada por las Naciones Unidas y ratificada en 1996 (DPCSD/CCD/95/2) en su artículo 10, sección 1, denominada Programas de Acción, Cooperación Científica y Técnica y Medidas de Apoyo, llama a que los países refuercen las capacidades para establecer sistemas de alerta temprana, incluyendo sistemas locales, subregionales y regionales, ratificándose **la importancia suprema de fomentar el uso de la predicción climática**, con la instrumentación de un proyecto de alerta temprana, integrado a un Sistema de Información Agropecuaria para la Gestión del Riesgo, en la esfera agropecuaria.

La atención a este mandato permitirá al Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) contribuir decisivamente con la mitigación de los efectos del impacto directo de fenómenos meteorológicos extremos y demás elementos asociados al evento de El Niño.



## 5. Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria

El Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria (SIAGERSA) está compuesto por:



### 5.1. Componente de bioinformación local SIAGERSA

#### Antecedentes y justificación

El país registra una serie de eventos adversos de origen natural y antrópico entre los que se destacan: la sequía, la inundación, la nevada, la granizada e incendios con impactos ambientales, económicos y sociales que se traducen en pérdidas considerables para el sector productivo.

El Estado cuenta con el SENAMHI y el sistema hidrográfico nacional, sin embargo, sus servicios, cobertura y difusión están limitados por las condiciones del contexto (la alta diversidad de agroecosistemas y un territorio disperso) y las condiciones institucionales (escasa red de estaciones y

debilidades institucionales), que finalmente derivan en que la información generada para el sector agropecuario sea poco aplicable para las comunidades.

La revalorización y aplicación del conocimiento ancestral para responder y garantizar los desafíos de la seguridad alimentaria con soberanía están respaldadas por la Constitución Política del Estado, la Ley N° 144 de Revolución Productiva Agropecuaria y Comunitaria, el Plan Nacional de Desarrollo y el Plan Sectorial del MDRyT.

En este marco, la gestión de riesgos agropecuarios constituye una política pública que está siendo impulsada por la UCR de manera sectorial y ha priorizado el desarrollo y la implementación del SIAGERSA. La formulación de este sistema plantea dos componentes, por un lado el componente *convencional* y, por otro, el componente de *pronóstico local* basado en la observación de indicadores naturales que forman parte del conocimiento ancestral. Este último tiene el propósito de gestionar la información de forma complementaria para apoyar la toma de decisiones y mejorar los procesos de planificación con enfoque de prevención, por parte de las autoridades y actores del sector agropecuario.

En Bolivia ya existen experiencias institucionales previas<sup>1</sup> e instrumentos desarrollados en torno a la recuperación y uso de indicadores naturales para la generación de pronósticos de tendencia y la mejora en la planificación de los sistemas productivos alto-andinos, como lo demuestra la experiencia de los *yapuchiris*<sup>2</sup>.

Los eventos climáticos extraordinarios, cada vez más recurrentes, tienen un impacto significativo en los cultivos porque incrementan la incertidumbre en el sector agropecuario y la inseguridad alimentaria de la población, evidenciando la necesidad de desarrollar múltiples estrategias más efectivas.

La alta vulnerabilidad de los/as productores/as, la escasa disponibilidad de recursos financieros y su realidad socio-económica, contribuyen a que los desastres naturales y la acción antrópica pongan en riesgo la producción de alimentos, la vida humana y de los animales, los bienes y la infraestructura productiva.

En este contexto, la generación y sistematización de pronósticos basados en indicadores naturales propios del conocimiento ancestral, es una estrategia para la revalorización de un tipo de información obtenida a bajo costo, de fácil utilización y de aplicación local, que es complementaria a los sistemas convencionales y contribuye a disminuir la incertidumbre y mejorar la planificación productiva.

El MDRyT mediante la UCR y en aplicación de las normas y políticas sectoriales, es el encargado de indeminizar los conocimientos ancestrales sobre pronósticos agroclimáticos a nivel local y de vincularlos con el nivel municipal, departamental y otros actores.

## Lecciones aprendidas

El proceso de revalorización de los conocimientos ancestrales, desde diferentes experiencias, ha generado lo siguiente:

Los pronósticos basados en indicadores naturales son aplicables a nivel local y mantienen una cobertura territorial comunitaria, por su vinculación con las condiciones geográficas y el manejo territorial al momento de implementar las estrategias productivas derivadas de los pronósticos.

Los indicadores de tipo biológico (flora y fauna) pueden modificar su comportamiento frente a la variabilidad climática, por tanto, el conocimiento sobre la capacidad predictiva requiere de ajustes que resulten del proceso de observación e interpretación continua de su correlación con los hechos, a través del monitoreo agroclimático.



La participación de personas mayores con inclinación por la observación y generación de pronósticos, contribuye a recuperar importantes conocimientos de los antepasados que aún permanecen en algunas personas, generándose capacidades para la sistematización, manejo de registros y difusión para el aprendizaje permanente y la construcción de conocimientos locales.

El éxito de la producción depende del desarrollo oportuno de las actividades productivas, siendo el pronóstico uno de los factores dinamizadores en la planificación.

## Objetivo general

Dinamizar el sistema de pronóstico agroclimático local basado en bioindicadores naturales, como parte de la estrategia de desarrollo productivo con enfoque de gestión de riesgos, para contribuir a la seguridad alimentaria con soberanía.

## Objetivos específicos

- Promover la revalorización de los conocimientos ancestrales en los sistemas de pronóstico agroclimático local.
- Crear redes de observadores/as agroclimáticos/as a nivel local, municipal y departamental.
- Generar mecanismos de difusión de información y de predicción agroclimática basada en indicadores naturales.

## Resultados de la primera fase del componente de pronóstico local

- Al menos 20 municipios en proceso de implementación del SIAGERSA. (1ra. Fase)
- Acuerdos locales o normas municipales generados que promuevan la implementación del SIAGERSA y la revalorización de conocimientos locales.
- Observadores/as locales agroclimáticos y técnicos municipales identificados/as y fortalecidos/as, con capacidad para sistematizar y generar información de pronóstico agroclimático a nivel comunal.
- Red de observadores/as locales agroclimáticos/as acreditados por el Estado (municipal, departamental y nacional).
- Productos comunicacionales sobre pronósticos agroclimáticos, elaborados y difundidos.

## Estrategia de implementación

### Actividades principales

- *Coordinación con autoridades* municipales y locales para la revalorización de conocimientos sobre sistemas de pronóstico agroclimático a nivel local, para lograr el involucramiento y empoderamiento en la implementación gradual del SIAGERSA.
- *Incidencia en normativa y acuerdos* locales con el propósito de sentar las bases para la sostenibilidad del sistema en los gobiernos municipales y las organizaciones locales.
- *Fortalecimiento de capacidades* de los/as observadores/as locales agroclimáticos/as y técnicos municipales a través del manejo de instrumentos que permita la sistematización de indicadores naturales, la identificación de las personas poseedoras de conocimientos, la generación de pronósticos agroclimáticos locales, el monitoreo, la validación y la construcción de conocimientos en torno a mecanismos de generación de información para la prevención y planificación con enfoque de gestión de riesgos en la producción agropecuaria.
- *Intercambios de experiencias* y espacios de gestión de conocimientos a nivel de los/as observadores/as locales y técnicos/as municipales que motiven el establecimiento de redes.

- *Conformación de la red* de observadores/as locales agroclimáticos/as a nivel nacional por el SIAGERSA, en coordinación y articulación con las Unidades de Gestión de Riesgos (UGR) de las gobernaciones y los gobiernos municipales.
- *Emisión de reportes* a nivel municipal por parte de observadores/as y técnicos/as para su articulación y difusión a través de medios de comunicación y otros mecanismos apropiados.
- *Desarrollo de mecanismos de difusión* de pronósticos agroclimáticos locales que revaloricen los espacios locales (*reuniones, tantachawis*) e instituyan el tratamiento de pronósticos locales. En el nivel municipal también podrán establecerse estrategias comunicacionales para la difusión de los pronósticos agroclimáticos.
- *Monitoreo y evaluación* a la implementación del componente de Pronóstico Local Agroclimático del SIAGERSA, durante la generación de información de pronóstico y validación de los mismos.
- *Sistematización del proceso* que permita recoger las lecciones aprendidas y ajustar los instrumentos para sentar las bases de una segunda fase.

### **Mecanismos de fomento y apoyo**

El mecanismo de fomento y apoyo en torno al funcionamiento de SIAGERSA se establece en base a:

- *La certificación y acreditación* por niveles (efecto cascada entre el MDRyT, las gobernaciones, los municipios y las comunidades) de los actores que participan en el funcionamiento del SIAGERSA y la articulación a redes que les permitirán acceder a capacitación, gestión de conocimientos y otros.
- *El equipamiento gradual* en la implementación del componente agroclimático convencional (*estaciones agrometeorológicas*) para las comunidades y municipios que promuevan la generación de pronósticos agroclimáticos de forma continua y permanente.
- Plus en la calificación de factibilidad en programas y proyectos estatales: PASA, PAR, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Proyecto de Apoyo a la Valorización de la Economía Campesina de Camélidos (VALE), Programa Creación de Iniciativas Alimentarias Rurales (CRIAR) y Fondo de Desarrollo para los Pueblos Indígenas Originarios y Comunidades Campesinas (FONDIOC),
- Puesta en valor paritario de los conocimientos locales frente a sistemas convencionales.

### **Acreditación de los/as observadores/as locales agroclimáticos/as**

La UCR del MDRyT acreditará a los observadores/as locales agroclimáticos/as mediante el mecanismo cascada, con el propósito de fortalecer capacidades y revalorizar los saberes y prácticas ancestrales.

Un observador/a local agroclimático/a es aquel hombre o mujer que tiene competencias para sistematizar y analizar información, producto de la observación de indicadores naturales y emitir un

pronóstico agroclimático en el ámbito comunal, llevando el registro sistemático de la información en coordinación con las autoridades municipales; por lo tanto, el Estado reconocerá y acreditará a los/as productores/as que desarrollen experiencias, saberes y conocimientos en torno a la generación de pronósticos locales.

Adicionalmente, el MDRyT realizará gestiones ante el SPCC para establecer los mecanismos de certificación bajo la “ocupación” de “*observador/a local agroclimático/a*”, como un nivel de competencia dentro de la ocupación “Agricultor/a”.

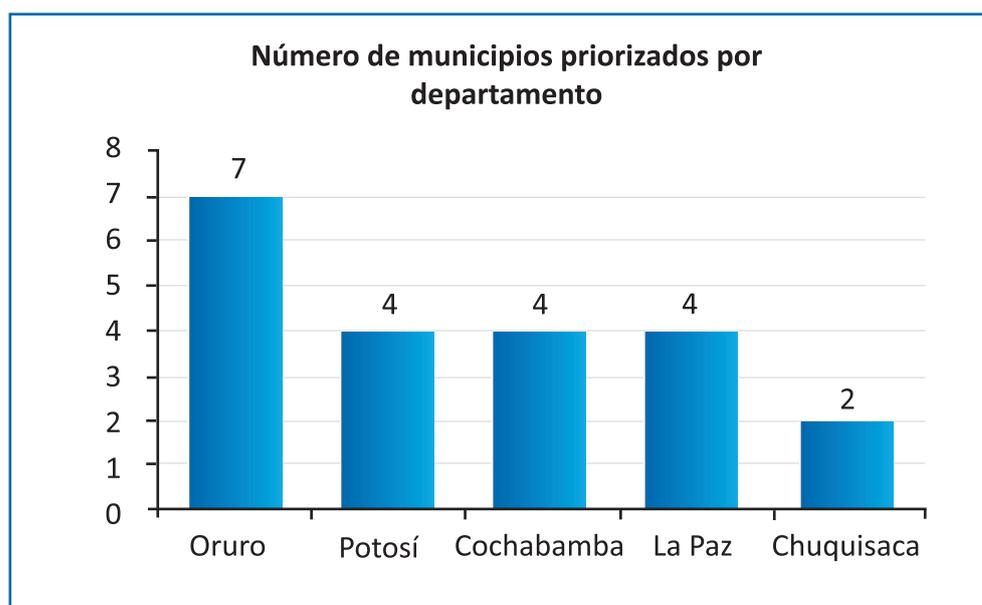
### **Alianzas estratégicas**

El MDRyT en el marco del convenio suscrito con el Programa de Reducción del Riesgo de Desastres (PRRD) de la Cooperación Suiza, implementará la primera fase del componente de pronóstico local agroclimático del SIAGERSA, a través de la UCR y el apoyo de Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO).

En el proceso, la UCR buscará fortalecer las alianzas con las gobernaciones, las mancomunidades de municipios y los gobiernos municipales priorizados. Adicionalmente, buscará la difusión interna a nivel de unidades descentralizadas y desconcentradas del MDRyT.

### **Priorización de municipios. Primera fase**

El número de municipios del altiplano y valles priorizados para la implementación de la primera fase, se detalla a continuación:



Los municipios fueron seleccionados a partir del análisis de la información de la Unidad de Productividad y Competitividad (UPC) dependiente del Ministerio de Planificación del Desarrollo (MPD), información del Sistema de Información y Seguimiento a la Producción y Precios de los Productos Agropecuarios en los Mercados (SISPAM) y la cobertura de intervención del PRRD, siendo considerados aquellos con vocación y potencial contribución a la seguridad alimentaria con soberanía.

En el cuadro siguiente se identifican los municipios según departamento y cultivo potencial.

Departamento	Municipio	Pastos nativos Forraje	Haba	Maíz	Papa	Quinua	Trigo
Chuquisaca	Culpina				✓		
	Camargo				✓		
Cochabamba	Arbieto			✓			✓
	Bolívar				✓		
	Tapacarí				✓		
	Arque				✓		
La Paz	Batallas				✓		
	Huarina				✓		
	Patacamaya				✓	✓	
	Tiwanaku				✓		
Oruro	Corque	✓					
	Curahuara de Carangas	✓					
	Huari					✓	
	Huayllamarca				✓		
	El Choro				✓		
	Salinas de Garci Mendoza					✓	
	Totora				✓		
Potosí	Cotagaita			✓			
	Chayanta			✓			✓
	Puna		✓				
	Tomave					✓	
Total general		2	1	3	12	4	2

### Niveles de coordinación

Para la implementación y funcionamiento del SIAGERSA se prevé:

- *La coordinación en el nivel estatal se desarrollará en el marco de la normativa relativa a la gestión de riesgos y atención de desastres (Ley N° 144), a través de la UCR y la Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) de las gobernaciones y los gobiernos municipales. En los gobiernos municipales donde no se estableció la UGR, se articulará a la unidad asignada con responsabilidad sobre el tema.*

- *La coordinación en el nivel de la sociedad civil* incluirá a organizaciones indígenas, originario-campesinas, organizaciones productivas, instituciones de desarrollo y otras que permitan construir los mecanismos de empoderamiento y control social.

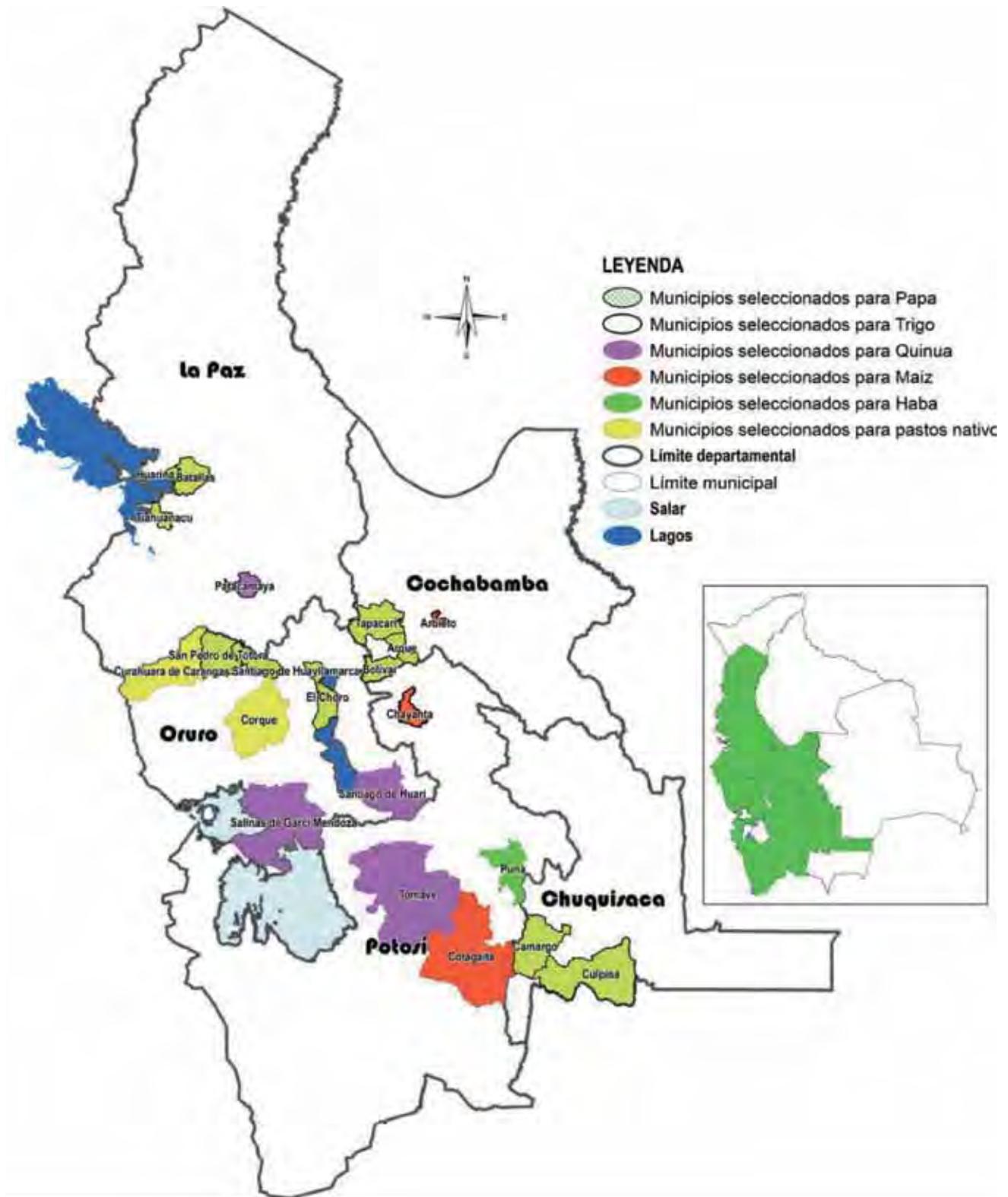
### Estrategia de sostenibilidad

- La información generada por los/as observadores/as locales se considerará como un bien público y de beneficio directo de los/as productores/as del municipio, por lo que el Gobierno Municipal deberá contemplar un presupuesto para la generación de pronósticos bajo la partida 031 de **gestión de riesgos** y la partida 010 de **desarrollo productivo** del presupuesto general del municipio, como principal mecanismo de sostenibilidad del servicio de pronóstico local.
- Los/as observadores/as locales agroclimáticos/as se constituyen en actores de la comunidad, articulados a la UGR del municipio bajo mecanismos de coordinación, seguimiento y control que responden a la aplicación de la Ley N° 144, artículos 24 y 25, y la Ley Marco de la Madre Tierra, artículo 17 relacionados al sector agropecuario.
- Para efectos de coordinación entre los/as observadores/as locales, el nivel municipal y el nivel departamental, cada UGR departamental y municipal, con el apoyo de los técnicos enlace del MDRyT y las entidades desconcentradas INIAF, CRIAR, PASA, PAR, VALE y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), apoyarán el desarrollo de sus actividades (difusión, monitoreo, etc.). De igual manera, la UCR en coordinación con el PRRD, elaborarán los instrumentos de pronóstico agroclimático, monitoreo agroclimático, registro de lluvia y temperatura, registro de indicadores naturales y otros, en el marco del convenio entre las dos instancias.





*Priorización de municipios para la implementación del SIAGERSA.  
Pronóstico local*



## 5.2 Componente Agrometeorológico del SIAGERSA

### Antecedentes y justificación



La seguridad alimentaria relacionada con la producción agropecuaria es particularmente vulnerable, debido al cambio climático global que ha exacerbado la presencia de eventos extremos del tiempo y agroclimáticos (sequías, lluvias intensas, inundaciones, riadas, granizo, heladas, etc.). En Bolivia, esta vulnerabilidad se incrementa debido a que, por ejemplo, la infraestructura para riego alcanza a menos del 15% de la superficie cultivada, lo que incide en la producción y la disponibilidad y acceso a los alimentos.

Las instituciones estatales especializadas como el SENAMHI y otras privadas no cuentan con información agrometeorológica, por lo que no se puede prever la presencia de adversidades agroclimáticas que afectan a los cultivos. La generación de información meteorológica (no agrometeorológica) se concentra en los niveles del poder ejecutivo y cooperación externa que no integra la participación de los niveles locales y municipales, por lo que no cubre las zonas de producción agrícola más importantes. Tampoco se cuenta con mecanismos eficientes y oportunos para el seguimiento y evaluación de situaciones de riesgo en la producción agropecuaria, ocasionados por la presencia de adversidades agroclimatológicas, en los niveles locales y municipales.

Con el SIAGERSA, componente agroclimático, se pretende consolidar un sistema de información sobre la variabilidad climática y el estado de la producción agropecuaria en el país, que apoye el diseño de políticas y estrategias de emergencia en el largo plazo, en especial de aquellas orientadas a los grupos de mayor vulnerabilidad que son los productores agropecuarios a nivel local y municipal. Por otro lado, se logrará generar información agrometeorológica integral para los diferentes sistemas de producción agropecuaria local, regional y nacional; asimismo, servirá

también a la planificación y ejecución de políticas y estrategias en el ámbito de la Ley 144, la Ley 300 de la Madre Tierra y del Plan Nacional de Desarrollo, dirigidos al alivio de la pobreza en el área rural.

En el marco de la Ley 144 de la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria y la Ley 300 de la Madre Tierra, se considera fundamental la atención a grupos vulnerables y pequeños productores, porque en caso de presentarse adversidades agroclimáticas, ellos son los más afectados. Por otra parte, se pretende consolidar con el SIAGERSA, alianzas estratégicas entre instituciones públicas y privadas, distribuidas en los niveles locales y municipales.

### Objetivo general

Implementar el sistema de información agroclimática en el marco del Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria (SIAGERSA).

### Objetivos específicos

- Proponer un plan y un mecanismo de operación y funcionamiento sostenible de las estaciones automáticas agrometeorológicas, instaladas en los municipios y las comunidades rurales más representativas y productivas, previa coordinación con el componente de bioinformación.
- Establecer redes de observación mediante estaciones agro-meteorológicas automáticas a nivel local y municipal, integradas al componente de bioinformación local.
- Generar mecanismos de difusión de información en un lenguaje fácil que pueda ser interpretada en las comunidades locales, previa capacitación.

### Situación de la agrometeorología en Bolivia

En la actualidad, Bolivia cuenta con una sola red de estaciones de tipo aeronáutico, dependiente de AASANA y una red convencional, monitoreada por el SENAMHI. No se cuenta con una red de estaciones agrometeorológicas automáticas.

Actualmente la red está compuesta por algo más de trescientas estaciones meteorológicas, pertenecientes a AASANA, SENAMHI, SEMENA, Servicio Nacional de Hidrología Naval (SNHN), Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas (ANAPO) y otros. Muchos de éstos, presentan dificultades para la generación de datos, por lo que la red meteorológica actual registra información de una mínima cantidad de estaciones, la mayoría ubicada en los aeropuertos. Los registros de algunos parámetros meteorológicos se pierden y falta presupuesto para la reposición y mantenimiento del instrumental en uso, llegando a la conclusión de que la red actual se encuentra muy debilitada y es insuficiente para satisfacer los requerimientos mínimos para realizar el monitoreo en tiempo real, e interrelacionar con el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Por otro lado, las estaciones que no se encuentran en la red de AASANA y SENAMHI no comparten la información, y algunas de éstas no cumplen con los requisitos mínimos y precisos que necesita el sector agropecuario.

Por las razones expuestas, existe la necesidad de establecer una red de estaciones agrometeorológicas automáticas en tiempo real, para los objetivos que persigue el SIAGERSA, dependiente del MDRyT.

La información generada por las estaciones agrometeorológicas automáticas, permitirá realizar un análisis más preciso de la distribución espacial de la precipitación (elemento meteorológico de mayor variabilidad) y análisis detallado del comportamiento térmico y la humedad del suelo.

De lograrse lo planteado, el país podrá disponer de un sistema de observación más completo y eficaz para el seguimiento al comportamiento climático y su impacto sobre el desarrollo y crecimiento de los cultivos, y así garantizar la seguridad alimentaria con soberanía.

### **Situación de la agrometeorología en el mundo**

No se conoce cuántas estaciones meteorológicas automáticas hay en el mundo exactamente, pero se estima que hay aproximadamente 85 mil, de las cuales sólo el 25% opera en red.

En los últimos años, hubo un fuerte auge de esta tecnología, sobre todo para la investigación y aplicación de los seguros agropecuarios. Por ejemplo, en Nairobi, África, si alguien se ve afectado por al menos con 10 mm. de lluvia en ciertos períodos, puede tener acceso a cobrar un seguro, cosa que funciona sólo si se cuenta con una estación agrometeorológica.

En California, la red de estaciones agrometeorológicas sirve para realizar un monitoreo de las condiciones climatológicas y aplicar tratamientos fitopatológicos. Esta tecnología también está presente en México hace cinco años y, actualmente, cuenta con más de 1200 estaciones agrometeorológicas automáticas financiadas por el Estado, pero tiene algunos problemas en la interpretación de datos. Brasil desde 1998, lleva la delantera en la inversión de estaciones agrometeorológicas automáticas y cuenta con un sistema de monitoreo agrometeorológico, desarrollado por la Corporación Brasileña de Investigación Agrícola.

En Centroamérica, varias compañías invierten en las estaciones agrometeorológicas automáticas con el objetivo de reducir en un 50% el uso de fertilizantes químicos en los cultivos de banana, piña y caña de azúcar. La meta es bajar en un 40% las aplicaciones fitosanitarias, por el daño que están causando al medio ambiente.

Argentina trabaja hace varios años en este tema, pero muchas de sus estaciones agrometeorológicas automáticas están desactualizadas. Los trabajos que realizan están basados en la aplicación de modelos de tipo fenológico.

Bolivia, a fines de los años 90, estableció una red de estaciones agrometeorológicas automáticas a nivel nacional que funcionó de forma parcial mientras duró el proyecto del Sistema Nacional de Seguimiento a la Seguridad Alimentaria y Alerta Temprana (SINSAAT). En comparación con países como Brasil y Argentina, Bolivia se encuentra en una posición bastante desfavorable en los procesos de generación, sistematización, interpretación y publicación de datos con valor agregado.

Recién en la presente década (2012) con el SIAGERSA del MDRyT, se propone una red agrometeorológica para la gestión del riesgo y la seguridad alimentaria con soberanía, articulada al sistema de pronósticos locales y los bioindicadores naturales.

### **Estrategia de implementación del componente**

La estrategia de implementación del componente está relacionada con la ejecución de todos aquellos aspectos que signifiquen la operatividad del SIAGERSA a nivel local y municipal, sobre la base de la coordinación interinstitucional, del fortalecimiento de sus capacidades operativas y del marco jurídico vigente (Ley N° 144, Ley 300 de la Madre Tierra y Ley 2140) en materia de gestión de riesgos y atención de desastres. La ejecución del SIAGERSA está a cargo de la UCR y de las UGR de las gobernaciones y de los gobiernos municipales.

En los gobiernos municipales donde no se cuente con una UGR, el SIAGERSA se articulará a la unidad asignada con responsabilidad sobre el tema. Además, es necesario mencionar que para



su sostenibilidad, tiene que existir un fuerte enlace entre los niveles locales y municipales, así como la conformación efectiva de alianzas estratégicas entre instituciones público – privadas, incluyendo las organizaciones indígenas, originario-campesinas, organizaciones productivas, instituciones de desarrollo y otras que permitan construir los mecanismos de empoderamiento y control social.

Por otro lado, el proceso de implementación del SIAGERSA está articulado a la creación de las UGR a nivel local y municipal para que -en diferentes etapas- se realice el seguimiento y evaluación de resultados. En reciprocidad, el SIAGERSA gestionará la dotación de equipos (estación agrometeorológica automática), programas de capacitación y asistencia técnica para la realización de sus actividades y los municipios pondrán sus contrapartes.

Para alcanzar un nivel adecuado de empoderamiento, el SIAGERSA plantea la ejecución en dos etapas: implementación de los servicios en sus diferentes aspectos, y la consolidación y transferencia operativa.

Durante la primera etapa del proyecto, las UGR locales y municipales serán creadas y fortalecidas con asistencia técnica, capacitación y apoyo logístico para el adecuado funcionamiento del SIAGERSA. Durante esta etapa, los flujos de información (recopilación, análisis y difusión) estarán plenamente concebidos y aplicados. De igual manera, todos los equipos de campo (estaciones agrometeorológicas automáticas, sistemas informáticos, sistemas de comunicación y otros) deberán estar en pleno funcionamiento. Los recursos profesionales para operar estos sistemas estarán capacitados para llevar adelante la implementación del SIAGERSA. No obstante, en base a las actividades desarrolladas por las UGR, las actividades de seguimiento y monitoreo a nivel local y municipal, continuarán sin interrupción desde el inicio de las actividades del SIAGERSA.

Durante la segunda etapa del Proyecto, los actores locales y municipales asumirán la continuidad del SIAGERSA mediante actividades planificadas y asignaciones presupuestarias. Esta transferencia gradual deberá ser debidamente detallada en los convenios interinstitucionales.

### **Estrategia de sostenibilidad: Componente Agrometeorológico**

El SIAGERSA será sostenible cuando exista un empoderamiento total a nivel local y municipal, con los recursos humanos capacitados en el manejo y la interpretación de los datos generados por las estaciones agrometeorológicas automáticas.

Este componente tiene que articularse de manera oportuna y eficiente, a fin de lograr resultados de acuerdo a lo programado a nivel local y municipal. Razón por la cual, durante la ejecución del SIAGERSA se trabajará activamente en la generación de acuerdos entre instituciones, bajo modalidades de responsabilidad compartida y designación de responsabilidades individuales.



La información generada por las estaciones agrometeorológicas automáticas, se constituirá en un bien público y de beneficio directo para los productores del municipio. De esta manera, los gobiernos municipales deberán contemplar un presupuesto adicional para el funcionamiento y mantenimiento de una estación agrometeorológica automática, bajo la partida 031 de **gestión de riesgos** y la partida 010 de **desarrollo productivo**, como principal mecanismo de sostenibilidad de los pronósticos agrometeorológicos.

Asimismo, los observadores de la estación agrometeorológica automática se convertirán en actores importantes de la comunidad, articulados a la UGR del municipio bajo mecanismos de coordinación, seguimiento y control que responden a la aplicación de la Ley N° 144, artículos 24 y 25 relacionados al sector agropecuario y la Ley N° 300 de la Madre Tierra.

Finalmente, para efectos de coordinación entre observadores, cada UGR del nivel municipal y departamental, recibirá apoyo en la realización de sus actividades (difusión, monitoreo, etc.) por parte de los técnicos de enlace del MDRyT y de las entidades descentralizadas como el INIAF, CRIAR, PASA, PAR, VALE y SENASAG. De igual manera, la UCR en coordinación con el PRRD, realizará el monitoreo del comportamiento climático para la elaboración de los pronósticos agrometeorológicos, incorporando los indicadores naturales.

### **Características y especificaciones técnicas de las estaciones agrometeorológicas automáticas**

Las estaciones agrometeorológicas son digitales o electrónicas y registran datos de forma automática, así se evitan los errores de transmisión debidos a la introducción manual de los datos. Estos datos interpretados facilitarán la elaboración de pronósticos del tiempo e indicarán las horas de sol durante el día.

La tecnología de estas estaciones generará datos e información para monitorear, por ejemplo, las necesidades de agua y el desarrollo y crecimiento de los cultivos, (especificando las condiciones térmicas, el ataque de plagas y la presencia de enfermedades, etc.). Los registros de datos reflejarán el comportamiento de las variables en forma sistemática y permanente a través del tiempo.

También se pueden obtener registros temporales de variables meteorológicas a escala muy reducida, lo cual permitirá detectar las intensidades de los diferentes elementos meteorológicos (precipitaciones, temperaturas, radiación solar y otros), así como los horarios de ocurrencia de valores extremos. Las estaciones agrometeorológicas automáticas resultan, a la larga, más económicas que las estaciones convencionales.

Las especificaciones técnicas de las estaciones agrometeorológicas automáticas, respaldadas por Resolución Biministerial MDRyT - MMAyA, son las siguientes:

#### **DATA LOGGER:**

- Provisión de energía: 9.6 a 16 Vdc.
- Fuente de energía: Panel (Celda) solar de 5Vdc o superior.
- Batería externa (con módulo de comunicación): Batería de 12 Vdc, 12A/h.
- Puertos: 16x entradas analógicas, Switched 12 Vdc, 2x contador de pulso, 8x e/s digital (0 - 3V TTL), 8 SDI-12 v1.3.
- Protocolos de comunicación: SDI-12, PAKBUS, MODBUS, DNP3, FTP, HTTP, XML, POP3, TELNET, NTP, NTCIP, SDM, SMTP, NORMATIVAS CE.
- Memoria interna: La memoria interna de 4 MB, para hasta 1,000,000 lecturas.
- Memoria expandible: Compac Flash.
- Temperatura de operación: -25 a +50 ó -50 a +85 °C (dependiendo de la zona agroecológica).
- Intervalo de muestreo: Programable (desde 10mili seg. hasta 24 hrs.)
- Armario de protección: Gabinete de fibra de vidrio o aluminio anodizado para instalación de Data Logger y batería.
- Provisión de energía: La provisión de energía es través de una Batería de Li, (Litio) de 3.6V 1.2A/h (para mantener memoria de datos y programas).

#### **CONSOLA:**

La consola debe visualizar los datos agrometeorológicos in situ, incluso cuando esté conectado y no conectado a la PC a través de un puerto USB. Posteriormente, se podrán descargar los datos y utilizar el software para representar, gráficamente, los datos en una base diaria, semanal, mensual o anual y también las múltiples variables serán relacionadas entre sí a nivel local en primera instancia y, paralelamente, transmitir a las instancias correspondientes.

## SOFTWARE:

Usar un Windows con versiones actualizadas, que almacene los datos en forma segura y cuente con un mecanismo de duplicación de la información almacenada.

El programa deberá crear una base de datos agrometeorológicos que permita realizar gráficos, curvas de máximas, mínimas y medias de cada variable climática, etc. El software deberá ser compatible con Linux, Windows 2000, XP o superior.

El sistema deberá permitir la exportación de datos a archivos u otros sistemas, entre los cuales se mencionan:

- Base de datos MS – Access, Oracle, SQL.
- Planilla electrónica MS – Excel.
- Archivo de texto tabulado.
- Requerimientos del programa o software de la estación central, otros.

## Manejo de datos:

- Cálculo automático de grados - días.
- Cálculo de horas de frío.
- Base de datos con intervalos de 5, 10, 30, 60, 120 minutos.
- Cálculo de los valores mínimos, medios y máximos para cada sensor, en períodos de hora, diarios, mensuales y anuales, en visualización numérica y gráfica.
- Gráficos de las lecturas en el tiempo en escalas auto-ajustables.
- Exportación de los datos automáticos a EXCEL y otros.
- Posibilidad de generar reportes e informes.
- Posibilidad de controlar remotamente el estado de los sensores de la estación y sus componentes como baterías, etc.
- Libre programación de los umbrales de alarma para todos los sensores.
- Cálculo de salida y puesta del sol y otros.

Deberá existir un medio alternativo ante la falla de la comunicación entre la Estación Central y cada EAGA.

## TRANSMISOR

- Distancia de transmisión: La distancia de transmisión debe ser como mínimo 36 - 40 km de acuerdo a la norma GSM.
- Modulación: La estación cuenta con un sistema integrado de telemetría en frecuencia GSM/GPRS.



## SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA

- Rango de medición: 0 – 100% HR.
- Exactitud: (a 25°C):  $\pm 2\%$  (10% a 90% HR).
- Dependencia de la temperatura: mejor que  $\pm 2\%$  entre -20° a 60°C.
- Estabilidad a largo plazo:  $\pm 1.0\%$  por año.
- Tiempo de respuesta <10 segundos.

## PRESIÓN ATMOSFÉRICA

- Rango de medición: 1100 – 500 mb
- Precisión:  $\pm 0.3$  hPa a 20°C  
 $\pm 0.6$  hPa de 0 a 40°C  
 $\pm 1.0$  hPa de -20 a +45°C  
 $\pm 1.5$  hPa de -40 +60°C.
- Repitibilidad:  $\pm 0.03$  mb.
- Incertidumbre de calibración:  $\pm 0.15$  mb.
- Estabilidad a largo plazo:  $\pm 0.1$  mb por año.
- Tiempo de respuesta: < 100 ms.
- Voltaje de alimentación: 10 a 30 Vdc.
- Consumo de corriente: < 4  $\mu$ A (activo); <1 micro A (inactivo).
- CE Compliant.

## SENSOR DE RADIACIÓN SOLAR

- Respuesta del coseno:  $\pm 4\%$  a 75° ángulo zenit;  $\pm 1\%$  a 45° ángulo zenit
- Rango: 0 a 2000 W/m<sup>2</sup>
- Longitud de onda: 300 a 1100 nm
- Exactitud absoluta:  $\pm 5\%$  para radiación total diaria
- Estabilidad a largo plazo: <2% por año
- Señal de salida. 0.2mV por W/m<sup>2</sup>
- Alimentación eléctrica: Ninguna
- Temperatura de funcionamiento: -40° a 55° C

## SENSOR DE TEMPERATURA DE SUELO (5 cm. sobre la superficie del suelo)

- Rango de medición: - 40°C a +70°C.
- Precisión de 0 a 25°C: <  $\pm 0.3$  °C.
- Precisión a 25°C:  $\pm 0.4$  °C en un rango de +5 a 40°C.
- Tiempo de respuesta: <120 segundos.

## SENSOR DE HUMEDAD FOLIAR

- Rango de medición: 1 a 15.
- Precisión:  $\pm 0.5\%$ .
- Resolución: 1.

## EVAPOTRANSPIRACIÓN

- Rango de medición: de 0 a 9,99 mm/día. Esta variable será calculada por el software

## SENSOR DE INSOLACIÓN

- Rango de espectro: 400 a 1100 nm.
- Temperatura de operación:  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ .
- Señal brillo solar.  $1 \pm 0.1$  V (radiación directa  $> 120$  W/m<sup>2</sup>).
- Rango:  $> 90\%$  (horas de brillo solar mensual).
- Señal de salida análoga: 1 mV/Wm<sup>2</sup>.
- Tiempo de respuesta:  $< 1$  ms.

## SENSOR DE HUMEDAD DEL SUELO

- Rango de medida: 0 a 68% de volumen de agua.
- Temperatura de operación  $-10$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ .
- Comunicación del sensor: SDI-12.
- Profundidad de medición 10, 25, 40 y 100 cm. dependiendo del cultivo y la zona agroecológica.

## Otros

- La garantía mínima del fabricante de los equipos debe ser un año y dos del distribuidor puestos en Bolivia.
- Para la selección de los sensores, se recomienda considerar la zona de producción agropecuaria que se requiere monitorear.
- Para la protección perimetral de la estación agrometeorológica, se recomienda malla olímpica 9x6x1.5 m, postaje: 10 de 2m con bayonetas de 40 cm de  $45^{\circ}$  de inclinación, alambre de púas para tres hileras.
- Es importante considerar un stock de repuestos, consistentes en sensores de temperatura, humedad, anemómetro, colector de precipitación, radiación solar y otros, en proporción a las estaciones adquiridas.

- La estación agrometeorológica automática también deberá contar con un sistema de pararrayos, instalada a 10m de altura para proteger todo el sistema de funcionamiento.
- Para la evaluación del fenómeno del granizo es necesario considerar el sensor de tiempo presente.
- Para garantizar una explotación eficiente de las estaciones agrometeorológicas automáticas, es necesario priorizar la capacitación en fábrica y sistemática sobre el uso y mantenimiento de los mismos.
- Finalmente, el mantenimiento de los equipos y la capacitación son claves para que las redes agrometeorológicas funcionen correctamente, y así obtener datos de calidad para los usuarios.
- Como muestra de conformidad, firman todos los técnicos de las diferentes instituciones presentes.

### 5.3 Componente de Buenas Prácticas

#### Antecedentes y justificación

Desde tiempos ancestrales, nuestras comunidades originarias convivieron con las heladas, sequías e inundaciones, para lo cual tuvieron que crear un sistema complejo de manejo del riesgo agroclimático. En las tierras altas, caracterizadas por la escasez de agua, las medidas y prácticas estuvieron relacionadas con la cosecha de lluvias, tal como los reservorios o qotañas; en las tierras bajas en las que cíclicamente se presentaban inundaciones, crearon medidas para evacuar los excesos de agua, tales como los camellones y lomas moxeñas.



En la actualidad, este conjunto de medidas y prácticas se conoce como “buenas prácticas”, todavía subyacen en nuestras comunidades originarias y se constituyen en medidas estratégicas para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático.

En este contexto, la información integral agroclimática y de bioinformación del SIAGERSA en tiempo real, coadyuvará a las acciones de prevención de la producción agropecuaria y en la activación oportuna del componente de “Buenas Prácticas”, movilizandando las capacidades locales y municipales para enfrentar los desastres naturales.

El SIAGERSA no tendría sentido si no va asociado a un soporte de buenas medidas y prácticas locales, que se implementen inmediatamente ante las alertas, ya sea como respuesta rápida, rehabilitación o idealmente como medidas de prevención.

## Objetivo

Fortalecer las buenas prácticas locales para la gestión del riesgo agropecuario y la adaptación al cambio climático, en base a la información integral del SIAGERSA.

## Las buenas prácticas como prevención y respuesta a los eventos agroclimáticos extremos

El componente de Buenas Prácticas es fundamental en la prevención, respuesta rápida y rehabilitación de las bases productivas: suelo, agua, cultivo y animales. Es el “valor agregado” de las comunidades originarias y tiene que activarse en forma oportuna para responder a las alertas agropecuarias, siendo necesario su fortalecimiento y acciones que refuercen las capacidades locales porque “nadie conoce mejor su medio, sus problemas y sus alternativas de solución que el propio poblador que vive muchos años en su lugar”.

## Buenas prácticas en la prevención y rehabilitación de las bases productivas

- Alimento al “suelo vivo” con abonos orgánicos, compost, humus de lombriz, biol, bioabono, abonos verdes, mulch, otros.
- Preparación oportuna de abonos orgánicos.
- Cosecha de lluvias, construcción de reservorios y aljibes.
- Terrazas agrícolas.
- Sukakollus.
- Camellones y lomas en zonas inundables.
- Recuperación de campos naturales de pastoreo.
- Defensivos.
- Zanjas de infiltración.
- Policultivos.
- Selección de semillas.

- Barreras vivas.
- Rotación y asociación de cultivos.
- Cultivo de forrajes.
- Conservación y transformación de forrajes.
- Construcción de cobertizos, apriscos y establos.
- Planificación de épocas de siembra y calendarios agrícolas.

### **Buenas prácticas de respuesta rápida:**

- Generación de humo y riego de emergencia frente a las heladas.
- Mitigación de granizadas mediante petardos y protección.
- Dotación de agua para sobrevivencia de animales y cultivos.
- Sales minerales y vitaminas para los animales en riesgo.
- Acciones de salvataje frente a inundaciones.

### **Estrategia de implementación del componente de Buenas Prácticas**

**Conformación de los Observadores Locales:** Los Observadores Locales Agroclimáticos (OLAs), identificados y seleccionados desarrollarán capacidades técnicas y organizativas para la implementación de las buenas prácticas a nivel familiar y comunal en forma preventiva, de respuesta rápida y rehabilitación; para lo cual recibirán cursos de capacitación, pasantías y viajes para observar otras experiencias y replicarlas en sus comunidades.

La red de OLAs en los niveles municipales, realizarán investigaciones locales y regionales sobre la validación de las buenas prácticas locales, así como de la introducción de otras prácticas de manejo y conservación de suelos, aguas, cultivos y animales.

**Apoyo de los municipios, gobernaciones y otras instituciones:** Los municipios y gobernaciones en coordinación con otras instituciones brindarán apoyo técnico y financiero para la realización de las buenas prácticas, en el marco de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización que - en el artículo 100 sobre la Gestión de Riesgos y Atención de Desastres Naturales, capítulo III. Gobiernos Municipales, punto 8- señala que los municipios tienen por función implementar un Sistema de Alerta Temprana Agropecuaria, entendiéndose que también se incluyen las medidas y prácticas de mitigación, caso contrario las alertas sólo se quedarán en eso, sin capacidad de respuesta por parte de los afectados.

Elaboración de Manual de buenas prácticas a Nivel Municipal, que recupere a detalle todas las prácticas locales de las comunidades de su entorno.

## 6. Bibliografía consultada

- Chilon, E. (2011) “Bases para un Sistema Integral de Información Agroclimática para la Gestión del Riesgo y la Seguridad Alimentaria con Soberanía”(documento técnico). Unidad de Contingencia Rural, VDRA-MDRyT. La Paz, Bolivia.
- Chilon, E. (2008) “Tecnologías ancestrales y reducción de riesgos del cambio climático”, PROMARENA, Ministerio de Planificación del Desarrollo, La Paz-Bolivia.
- Condori, N. (2011) “Pronósticos agroclimáticos comunitarios” (monografía). Unidad de Contingencia Rural, VDRA-MDRyT. La Paz, Bolivia.
- Huarachi, E (2012) “Componente Bioinformación y pronóstico local del SIAGERSA” (documento técnico Unidad de Contingencia Rural, VDRA-MDRyT). La Paz, Bolivia.
- Huayllani, A (2012) “Componente Agrometeorológico del SIAGERSA” (documento técnico). Unidad de Contingencia Rural, VDRA-MDRyT. La Paz, Bolivia.