# Proyecto RHMD y su importancia en el ámbito regional

**Ing. MSc. Julio F. Gumiel Galarza**
**DIRECTOR IIT - UAGRM**

## 1. Creación del proyecto

Se conocen de antecedentes de la década de los 90's donde se buscaba la integración de las instituciones dedicadas al campo de la hidrometeorología a través de la Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO junio 1.999) como ente coordinador con el objetivo de fortalecer los esfuerzos para obtener, analizar y procesar datos meteorológicos e informar sobre ellos a los sectores usuarios y beneficiarios.

Más tarde es el Comité Climatológico Departamental que proyecta la visión de desarrollo de la meteorología departamental como ente coordinador interinstitucional. Por la necesidad de implementar acciones en el campo hidrometeorológico, surge una comisión técnica con la participación directa de la UAGRM (IIT y CIMAR) y la Prefectura del Departamento (ORTECU-PLUS), en aplicación de la cláusula IV inciso F, referente a la Protección del Medio Ambiente y Recursos Naturales y cláusula V (del sistema operativo y de las adendas al convenio) del Convenio de Cooperación Científica Técnica entre la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno y la Prefectura del Departamento, vigente desde 2003 a la fecha.

De ahí que el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) y el Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR), con la cooperación de un voluntario del JICA, Ing. Hodaka Igo, elaboran el Diagnóstico 2003 de la Red Meteorológica Departamental, que informa en conclusiones y recomendaciones las condiciones de funcionamiento de la red, tipo y estado de instrumentos, en referencia a las subredes de SENAMHI, SINSAAT, SEARPI, ANAPO, AASANA, PROFEL y otros para estructurar una segunda fase. Además una publicación impresa, gracias al apoyo del SEDAG.

A través del primer compromiso específico interinstitucional entre CIMAR y el IIT de mayo del 2003, se desarrollan varias actividades que tributan al fortalecimiento de la RHMD y al plan de desarrollo con la finalidad de mejora de funcionamiento de la red y su real sostenibilidad operativa.

- Dos Cursos de postgrado en meteorología operativa y evaluación de impacto ambiental.
- Diagnóstico 2003 de la Red Meteorológica Departamental.
- Se tienen entre otras informaciones, los registros en fichas técnicas y Base de Datos de la información de los observatorios meteorológicos del Departamento.
- Del estado de estaciones funcionando (101), el 70% es bueno, 2% es malo, 13% es regular y 17% no esta identificado. Son 71 estaciones las identificadas como fuera de servicio, de un total de 172.
- También están elaboradas las pautas generales para la readecuación y/o reparación de la RHD por provincias.

El resumen del diagnostico 2003, concluye y recomienda lo siguiente:

- Las estaciones meteorológicas se encuentran concentradas en algunos municipios, lo cual deja un espacio desprovisto de información climatológica con desventaja para los estudios de caracterización climatológica regional.
- No se tiene una red mínima de estaciones climatológicas ordinarias, conteniendo información sobre anemometría, evaporación, humedad relativa y estudios agroclimatológicos.
- Existen vacíos en la información regional de importantes zonas del Departamento.
- Ninguna institución (tanto publica, como privada) ha tomado la responsabilidad de recolectar información completa generada y procesada convenientemente.
- Falta de reparación y mantenimiento de

instrumentos meteorológicos, causando discontinuidad en la información, inexactitud y falta de confiabilidad de los datos compilados.
- En gran parte de los observatorios instalados y sus equipos no se aplicaron convenientemente las normas de la OMM.
- Falta uniformar horarios de lectura e implementar mediciones nocturnas en estaciones sinópticas. También las que corresponden a las estaciones automáticas (Ej. Precipitación diaria, en horas 8:00 a. m.)
- Implementar pluviógrafos en estaciones CO, algunos TP y P claves. Esta información es básica para los estudios de intensidad de precipitación.
- Tener reservas de instrumentos meteorológicos (Ej. Pluviómetros, termómetros, psicrómetros, accesorios y otros).
- Inspección mínima del estado de funcionamiento de todas las estaciones (al menos 3 veces al año), no solo instrumentos, sino el abrigo y el jardín meteorológico, además de realizarse la calibración de instrumentos.
- Falta de preparación de un gran numero de observadores en la RMD y por ello poca confiabilidad y responsabilidad en los datos observados, lo cual amerita un proceso de capacitación para dicho personal.
- Desarrollo de proyectos aplicados de investigación climatológica.

La segunda fase inicia, en enero 2006, con participación del IIT y CIMAR y la colaboración del experto voluntario del JICA, Ing. Minoru Itsui, y se enmarca en el desarrollo del Proyecto de “Adecuación y Ampliación de la Red Hidrometeorológica Departamental”, subdividida en tres fases, arranque y fortalecimiento, desarrollo y consolidación, icluido el componente “Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental” y el propio macroproyecto “Adecuación y Ampliación de la Red Hidrometeorológica Departamental”. Estos últimos en el marco del Convenio Principal de Cooperación Científica Técnica entre la UAGRM y la Prefectura del Departamento–mayo 2003 y el Acuerdo Complementario Operativo para el Sostenimiento de la RHMD entre la Prefectura del Departamento el SENAMHI, la UAGRM y los Municipios.

## 2. Instituciones ejecutoras y equipo de trabajo

Participan en el desarrollo cooperativo del proyecto de la RHMD las siguientes instituciones ejecutoras:

**Por la UAGRM:**

- Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, a través del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT).

- Facultad de Ciencias Agrícolas, a través del Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR).

**Por la Prefectura:**

- La Secretaría Departamental de Desarrollo Sostenible, a través de la Dirección de Ordenamiento Territorial y Cuencas – PLUS (DIORTECU).

**Por el SENAMHI:**

- SENAMHI Nacional, sede La Paz, a través del SENAMHI Departamental Santa Cruz.

Bajo dicha iniciativa interinstitucional y de común acuerdo entre las partes intervinientes se constituye el Comité Técnico de Coordinación, con la participación de docentes investigadores de la UAGRM (IIT y CIMAR) y profesionales de la Prefectura (ORTECU-PLUS):

- Por IIT:
  - Ing. MSc. Julio F. Gumiel Galarza (Director IIT)
  - Ing. MSc. Germán Palenque Espada (Docente Investigador Hidrología)
  - Ing. Minoru Itsui-JICA (Asesor Técnico en Meteorología)
  - Ing. Rossio Ríos Montaño-Docente Investigador IIT-Carrera Ingeniería Ambiental

- Por CIMAR:
  - Ing. Jaime Magne Ojeda (Director CIMAR)
  - Ing. Antonio Gonzáles (Docente Investigador Facultad de Ciencias Agrícolas)
  - Ing. MSc. Eduardo Alaiza (Docente Investigador Fac. Ciencias Agrícolas Especialidad en Meteorología)

- Por DIORTECU PLUS - Prefectura:
  - Ing. Carlos Roca (Director)
  - Ing. Ekaterina Pivinskaya (Hidrología)
  - Sr. Arturo Rojas (Técnico)

- Por SENAMHI:

  ∑ Ing. Carlos Díaz (Director Nacional)
  ∑ Ing. Jorge Montaño (Director Regional, especialista en Meteorología).

## 3. Actividades programadas

En función al objetivo superior de fortalecimiento y sostenibilidad de la red los siguientes desarrollos:

- Macro proyecto de Adecuación y Ampliación de la Red Hidrometeorológica Departamental (RHMD) en tres fases: arranque y fortalecimiento, implementación de infraestructura, equipos e instrumentos y consolidación,
- Implementación y funcionamiento del Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental (CIHMED), para las funciones de capacitación, formación, investigación científica y servicios especializados, de nivel nacional y departamental, siendo esta unidad la parte sustantiva del macro proyecto.

Fases de:

∑ Arranque y fortalecimiento de la red (julio 2006 a diciembre 2007):
  - Realización del diagnostico actualizado de la RHMD al 2006 (Plan general y actividades)
  - Elaboración del proyecto de financiamiento del CIHMED.
  - Capacitación a técnicos y observadores de la red meteorológica (a nivel de municipios).
  - Rehabilitación de la red de estaciones meteorológicas del Dpto. de Santa Cruz.
  - Actualización del sistema de información meteorológica con soporte informático (IIT-CIMAR).
  - Difusión de las recomendaciones técnicas sobre calibración y mantenimiento de instrumentos meteorológicos.
  - Promoción para la asignación de un presupuesto adecuado dirigido a la sostenibilidad operativa de la RHMD.
  - Gestión de financiamiento del macro proyecto de la RHMD y proyectos emergentes de fuentes nacionales y de organismos de cooperación.
  - Elaboración del macro proyecto de adecuación y ampliación de la red HMD integrada, sobre bases cooperativas interinstitucionales.

∑ Implementación del proyecto (años 2008-2009)

- Construcción y equipamiento del CIHMED con la siguiente descripción de ítems componentes:

  - Edificaciones administrativas, de laboratorio y taller
  - Equipo para Investigación Básica
  - Equipo para Laboratorio y Taller de Calibración
  - Instrumentos Meteorológicos Demostrativos para Enseñanza
  - Instrumentos Meteorológicos para Estudios e Investigación Específica
  - Equipos de Transporte (Vehículos para Viajes de Investigación)
  - Otros repuestos y accesorios

- Re-equipamiento, equipamiento e instalación de estaciones meteorológicas e instrumental hidrometeorológico, en base al proyecto de “Adecuación y Ampliación de la RHMD”.
- Re-equipamiento de 30 estaciones meteorológicas (SENAMHI y AASANA).
- Instrumental para completar 30 estaciones convencionales (SENAMHI y AASANA).
- Instrumental e instalación de 15 nuevas estaciones climatológicas ordinarias.
- Instrumental e instalación de 50 nuevas estaciones termopluviométricas – anemométricas.
- Instrumental para reservas.
- Desarrollo de actividades de investigación mediante becas a estudiantes de nivel superior de las facultades, de Ciencias Exactas y Tecnología y Ciencias Agrícolas, así como el financiamiento del costo operativo de la capacitación técnica a observadores y responsables de las subredes.
- Realización de actividades de postgrado, capacitación a observadores de la red y técnicos del área municipal. Estos últimos en adelante supervisarán las actividades meteorológicas del municipio, reportarán datos e informarán al sistema centralizado, además de proveer información técnica sistematizada de beneficio para el usuario.
- Trabajos de mantenimiento y calibración de instrumentos meteorológicos de la red convencional.

- Implementación del CIHMED con infraestructura y equipamiento de formación, investigación y servicios.
- Consecución de apoyo institucional del Comité Climatológico Departamental, siendo esta una instancia de coordinación interinstitucional que promueva

acciones estratégicas para el mejoramiento y sostenimiento de la red, eventos nacionales e internacionales, reuniones de grupos de trabajo y otros concernientes.
- Implementación del macro proyecto de "Adecuación y Ampliación de la Red HMD" con equipos e instrumentos de estaciones meteorológicas.

∑ Consolidación de la RHMD(años 2009-2011)

- Difusión de la información de la RHMD integrada.
- Promoción y realización de actividades de investigación, enseñanza, capacitación y servicios, a través del CIHMED.
- Evaluación de la sustentabilidad del proyecto de la RHMD.
- Reformulación de objetivos, actividades y responsabilidades.

El desarrollo de las distintas fases del macro proyecto de "Adecuación y Ampliación de la Red HMD" y de su componente Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental (CIHMED) se espera realizar en cinco años, del 2007 al 2011.

## 4. Actividades ejecutadas

Las actividades ejecutadas, se dirigen al desarrollo integrado de la RHMD Santa Cruz, lo cual conlleva el Proyecto de Adecuación y Ampliación de la RHMD, además de estar amparadas en el "Acuerdo Complementario Operativo para el Sostenimiento de la Red Hidrometeorológica Departamental entre la Prefectura del Departamento, el SENAMHI, la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno y los Municipios"

De la fase de arranque y fortalecimiento de la red actual, se han ejecutado o se están ejecutando las siguientes actividades:

- Estudio, elaboración y publicación del Plan 2006-2009 y resultados de la Gestión 2006 con las siguientes componentes:
  - Diagnostico actualizado al 2006 de la RMD (en proceso de su publicación)
  - Diagnostico actualizado al 2007 de la Red Hidrométrica Departamental (en proceso de realización de campo)
  - Proyecto Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental (CIHMED-SC), actualmente terminado.
- Solicitud de financiamiento destinado a la infraestructura y equipamiento de muebles de los ambientes del CIHMED, aplicándose para ello recursos del IDH-UAGRM como fondo de contraparte para la construcción de obras civiles.
- Proyecto CIHMED de infraestructura terminado (en proceso para licitación).
- Macrolocalización del CIHMED en el Parque Industrial, donde se esta situando el complejo de laboratorios de servicios e investigación de fortalecimiento institucional y de apoyo al desarrollo regional.
- Solicitud de financiamiento de equipos e instrumentos del CIHMED, bajo respaldo directo de la Prefectura del Departamento, en formato internacional, e intermediación con organismos cooperantes de nivel bilateral y multilateral. (se han realizado solicitudes al IRD, USAID, VIPFE, este último en proceso).
- Macro proyecto de Adecuación, Ampliación de la RHMD, en base al Diagnostico Actualizado de la red al 2006, que implica promover las actividades del Comité Climatológico Departamental (en proceso de elaboración el anteproyecto).
- Cursos Taller "Técnicas de Manejo y Aplicación de la Información Meteorológica", realizados en Santa Cruz de la Sierra del 15 al 17 de agosto y en Samaipata del 15 al 16 de noviembre del 2007.

## 5. Resumen de los diagnósticos de estaciones meteorológicas 2003-2006

### 5.1 Cantidad y densidad de estaciones meteorológicas

La tabla 5.1., y la figura 5.1., presentan cantidades variables de estaciones meteorológicas inventariadas y su densidad promedio en kilómetros cuadrados de cobertura por estación (Km.2/estación) por provincia, años 2003 y 2006. Las mayores densidades se encuentran en las provincias Obispo Santistevan y Warnes.

**Tabla 5.1. Cantidad y Densidad de estaciones meteorológicas por provincias**

| Provincia | Superficie ($km^2$) | Cantidad de estaciones en Funcionamiento | | 1/Densidad ($km^2$/estación) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2003 | 2006 | 2003 | 2006 |
| Andrés Ibáñez | 4.821 | 18 | 23 | 268 | 210 |
| Ángel Sandoval | 37.442 | 1 | 1 | 37.442 | 37.442 |
| Chiquitos | 31.429 | 5 | 5 | 6.286 | 6.286 |
| Cordillera | 86.245 | 7 | 11 | 12.321 | 7.840 |
| Florida | 4.132 | 12 | 13 | 344 | 318 |
| Germán Busch | 24.903 | 1 | 1 | 24.903 | 24.903 |
| Guarayos | 27.343 | 1 | 2 | 27.343 | 13.672 |
| Ichilo | 14.232 | 6 | 4 | 2.372 | 3.558 |
| M. M. Caballero | 2.310 | 3 | 4 | 770 | 578 |
| Ñuflo de Chávez | 54.150 | 5 | 17 | 10.830 | 3.185 |
| Obispo Santistevan | 3.674 | 19 | 27 | 193 | 136 |
| Sara | 6.886 | 7 | 7 | 984 | 984 |
| Valle Grande | 6.414 | 2 | 2 | 3.207 | 3.207 |
| Velasco | 65.425 | 4 | 5 | 16.356 | 13.085 |
| Warnes | 1.216 | 11 | 8 | 111 | 152 |
| **Total** | **370.622** | **102** | **130** | **3.634** | **2.851** |

Se puede observar que en el año 2006, se tiene un incremento en la cantidad de estaciones con respecto al año 2003, es decir de 102 a 130 estaciones. Se nota que en número de estaciones, las mayores magnitudes se encuentran en las provincias de Obispo Santistevan, Andrés Ibáñez, Ñuflo de Chávez y Florida. Como dato del año 2006, la instalación de una estación automática en la zona sur de Ñuflo de Chávez, donde se cultiva gran cantidad de soya.

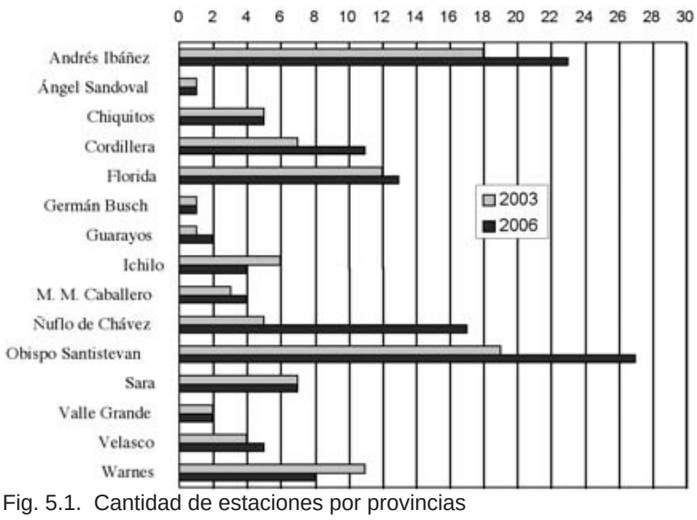


Fig. 5.1. Cantidad de estaciones por provincias

Las figuras 5.2 y 5.3 son mapas de la distribución geográfica de las estaciones meteorológicas del Departamento de Santa Cruz, años 2003 y 2006.

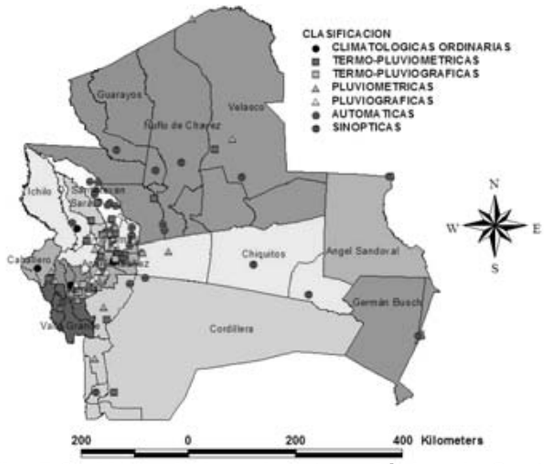


**Fig. 5.2. Mapa de la red meteorológica de Santa Cruz 2003**

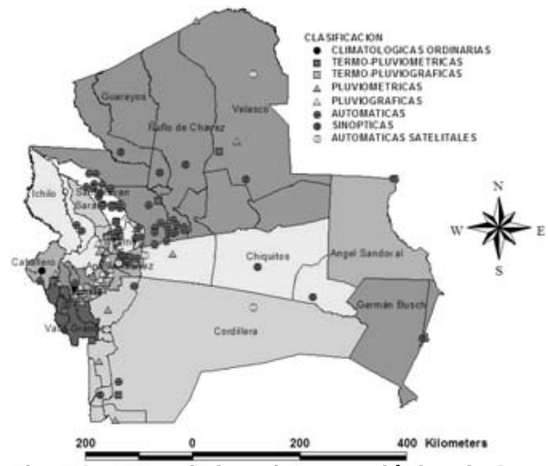


**Fig. 5.3. Mapa de la red meteorológica de Santa Cruz 2006**

La cantidad de estaciones meteorológicas por tipo, año 2006, la contiene la tabla 5.2. El porcentaje de "Estaciones Automáticas", alcanza un 40% de las estaciones del departamento. De hecho se hace notoria la mayor cantidad de estaciones automáticas, respecto a las estaciones convencionales. Además un resumen de estaciones por tipo e institución, consigna la Tabla 5.3.

**Tabla 5.2. Cantidad de estaciones meteorológicas por Tipo (2006)**

| PROVINCIA | S | CO | TP | P | A | AS | SUM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Andrés Ibáñez | 1 | 2 | 5 | 8 | 6 | 1 | 23 |
| Ángel Sandoval | 1 | | | | | | 1 |
| Chiquitos | 2 | | | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Cordillera | 1 | | 3 | 3 | 2 | 2 | 11 |
| Florida | | 1 | 3 | 8 | 1 | | 13 |
| Germán Busch | 1 | | | | | | 1 |
| Guarayos | 1 | | | | 1 | | 2 |
| Ichilo | | | | 2 | 2 | | 4 |
| M. M. Caballero | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| Ñuflo de Chávez | 2 | | 1 | | 14 | | 17 |
| Obispo Santistevan | | | 5 | 3 | 19 | | 27 |
| Sara | | | 2 | 5 | | | 7 |
| Valle Grande | 1 | | 1 | | | | 2 |
| Velasco | 1 | | 1 | 2 | | 1 | 5 |
| Warnes | 1 | | | 2 | 5 | | 8 |
| **TOTALES** | **12** | **4** | **22** | **35** | **52** | **5** | **130** |
| **Porcentaje (%)** | **9.2** | **3.1** | **16.9** | **26.9** | **40.0** | **3.8** | |

| (S) | (CO) | (TP) | (P) | (A) | (AS) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sinóptica | Climatológica Ordinária | Termo-Pluviométrica | Pluviométrica | Automática | Automática Satelital |

**Tabla 5.3. Resumen Cantidad de estaciones meteorológicas por Tipo e institución (2006)**

| Sub Red | S | CO | TP | P | A | AS | SUM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SENAMHI | | 4 | 10 | 9 | | 5 | 28 |
| AASANA | 12 | | | | | | 12 |
| SEARPI | | | 12 | 26 | | | 38 |
| Otros | | | | | 52 | | 52* |
| **TOTALES** | **12** | **4** | **22** | **35** | **52** | **5** | **130** |

* Otros 20 equipos o más fueron vendidos a empresas privadas por agencias de importación. Sin embargo, no se cuenta con el detalle de su ubicación actual, tampoco se cuenta con un proceso de recolección de la información generada.

## 5.2. Estado actual del instrumental meteorológico

De acuerdo a metodología predeterminada, y formularios especialmente diseñados, se pudo obtener información actualizada al año 2006, sobre el estado real del instrumental meteorológico del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) y AASANA (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares al Navegación Aérea), que operan en el Departamento de Santa Cruz.

Las tablas 5.4 y 5.5, presentan el estado actual de los instrumentos del SENAMHI y AASANA respectivamente. En ambos casos, se tienen muchos instrumentos en mal estado. Nótese por ejemplo, la urgente necesidad de renovar los abrigos o casetas meteorológicas.

**Tabla 5.4. Estado actual de los instrumentos meteorológicos del SENAMHI**

| T | Nº | Estación Meteorológica | Caseta Meteorológica | Temp. máx.-min. | Psicrómetro | Termohigrógrafo | Pluviógrafo | Pluviómetro | Tanque evaporimétrico | Anemómetro Totalizador | Anemómetro | Heliógrafo | Actinógrafo | Geotermómetros |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CO | 1 | Comarapa | | | | | | R | | | | | | |
| CO | 2 | El Vallecito (UAGRM) | R | R | R | M | M | M | R | R | | R | | M |
| CO | 3 | Monteagudo | M | R | R | | M | R | M | R | | R | | |
| CO | 5 | Santa Cruz Central (UAGRM) | R | R | B | R | R | B | B | B | | B | M | M |
| TP | 28 | Cotoca (Los Tajibos) | M | R | M | | | R | | | | | | |
| TP | 29 | Minero (Unagro) | M | R | M | | | R | M | | | | | |
| TP | 30 | Montero (Muyurina) | R | R | M | | | R | R | | | | | |
| TP | 31 | Portachuelo | M | R | M | | | R | R | | | | | |
| TP | 32 | El Quiñe | R | R | | | | R | | | | | | |
| TP | 33 | San Antonio del Parapeto | M | R | R | | M | R | | | M | | | |
| TP | 34 | Santa Ana | M | R | | | | R | | | | | | |
| TP | 35 | Santa Rosa de la Roca | M | R | | | | R | | | R | | | |
| P | 52 | Okinawa 1 (CAICO) | R | B | | | B | R | B | | B | | | |
| P | 54 | Piso Firme | M | R | | | | R | | | | | | |
| P | 55 | San Francisco | | | | | | R | | | | | | |
| P | 57 | Florida | | | | | | R | | | | | | |
| P | 58 | Gutiérrez | | | | | | R | | | | | | |
| P | 59 | Mataral | | | | | | R | | | | | | |
| P | 60 | San Juan del Potrero | | | | | | R | | | | | | |
| P | 61 | Tres Cruces | | | | | | R | | | | | | |
| TP | 103 | San Julián | | | | | | R | | | | | | |
| TP | 106 | San Pedro | M | R | R | | | R | | | | | | |
| B | | Total Buen Estado (9) | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| R | | Total Regular Estado (31) | 5 | 12 | 3 | 1 | 1 | 20 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| M | | Total Mal estado (23) | 8 | 0 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

**Tabla 5.5. Estado actual de los instrumentos meteorológicos de AASANA**

| T | Nº | Estación Meteorológica | Caseta Meteorológica | Temp. Máx.-min. | Psicrómetro | Termohigrógrafo | Pluviógrafo | Pluviómetro | Tanque evaporimétrico | Anemómetro Totalizador | Anemómetro | Heliógrafo | Actinógrafo | Barómetro | Microbarógrafo | Geotemómetros | Automática |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | 6 | Ascención de Guarayos | B | M | R | | U | M | U | | U | | U | B | R | | M |
| S | 7 | Camiri | R | B | B | B | M | B | U | B | U | B | B | B | B | | B |
| S | 8 | Concepción | B | B | B | | | R | U | | B | | | B | B | | |
| S | 9 | Puerto Suárez | R | B | R | U | U | R | B | U | B | B | R | R | B | | B |
| S | 10 | Roboré | M | B | B | | U | B | U | | B | | | B | B | | |
| S | 11 | San Ignacio | M | R | B | B | U | B | B | U | B | B | U | B | B | | B |
| S | 12 | San Javier | M | R | R | | | R | U | | M | | | M | B | | B |
| S | 13 | San José de Chiquitos | M | B | R | | | R | U | | R | | | B | B | | |
| S | 14 | San Matías | M | B | R | | U | R | | | B | | | R | B | | B |
| S | 15 | El Trompillo (Aeropuerto) | R | B | R | | | M | | | B | | | R | B | | B |
| S | 16 | Valle Grande | M | B | B | | | M | | | R | | | U | B | | |
| S | 17 | Viru Viru (Aeropuerto) | R | B | B | B | U | B | B | B | R | B | | B | B | U | B |
| B | Total Buen Estado | | 2 | 9 | 6 | 3 | 0 | 4 | 3 | 2 | 6 | 4 | 1 | 7 | 11 | 0 | 8 |
| R | Total Regular Estado | | 4 | 2 | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| M | Total Mal Estado | | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| U | Total Fuera Servicio | | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 6 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |

## 5.3. Re-equipamiento de la red meteorológica departamental de Santa Cruz

### 5.3.1. Requerimientos del instrumental meteorológico para renovar y completar

Los instrumentos en mal estado deben de reemplazarse, además aquéllos que se requieren para completar las estaciones meteorológicas según el tipo o categoría. Las tablas 5.6. y 5.7 presentan los requerimientos totales de los instrumentos para SENAMHI y AASANA.

**Tabla 5.6. Requerimiento actual de los instrumentos meteorológicos SENAMHI**

| T | Nº | Estación Meteorológica | Caseta Meteorológica | Temp. máx.-min. | Psicrómetro | Termohigrógrafo | Pluviógrafo | Pluviómetro | Tanque evaporimétrico | Anemómetro Totalizador | Anemómetro | Heliógrafo | Actinógrafo | Geotermómetros |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CO | 1 | Comarapa | C | C | C | C | C | R | C | C | C | C | C | C |
| CO | 2 | El Vallecito (UAGRM) | R | R | R | M | M | M | R | R | C | R | C | M |
| CO | 3 | Monteagudo ** | | | | | | | | | | | | |
| CO | 5 | Santa Cruz Central (UAGRM) | R | R | B | R | R | B | B | B | C | B | M | M |
| TP | 28 | Cotoca (Los Tajibos) | M | R | M | | | R | | | | | | |
| TP | 29 | Minero (UNAGRO) | M | R | M | | | R | M | C | | | | |
| TP | 30 | Montero (Muyurina) *1 | R | R | M | | | R | R | | | | | |
| TP | 31 | Portachuelo *3 | M | R | M | | | R | R | | | | | |
| TP | 32 | El Quiñe | R | R | | | | R | | | | | | |
| TP | 33 | San Antonio del Parapeto | M | R | R | | M | R | | | M | | | |
| TP | 34 | Santa Ana | M | R | | | | R | | | | | | |
| TP | 35 | Santa Rosa de la Roca | M | R | | | | R | | | R | | | |
| P | 52 | Okinawa 1 (CAICO) *3 | R | B | | | B | R | B | | B | | | |
| P | 54 | Piso Firme | M | R | | | | R | | | C | | | |
| P | 55 | San Francisco | | | | | | R | | | | | | |
| P | 57 | Florida | | | | | | R | | | | | | |
| P | 58 | Gutiérrez *2 | | | | | | R | | | | | | |
| P | 59 | Mataral *2 | | | | | | R | | | | | | |
| P | 60 | San Juan del Potrero *3 | | | | | | R | | | | | | |
| P | 61 | Tres Cruces | | | | | | R | | | | | | |
| CO | 102 | Mairana (3 Monteagudo) ** | M | R | R | | M | R | M | R | C | R | | |
| TP | 103 | San Julián *1 | | | | | | R | | | | | | |
| TP | 106 | San Pedro *3 | M | R | R | | | R | | | | | | |
| R | Total Regular Estado | | 3 | 10 | 3 | 1 | 1 | 12 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| M | Total Mal estado | | 7 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| C | Total Completar | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 |
| | Total Requerimientos | | 11 | 11 | 6 | 3 | 5 | 13 | 4 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 |

NOTAS: *1 Transformar*2 Convertir en T.P.*3 Habilitar como C.O.
** Trasladar de Monteagudo a Mairana

**Tabla 5.7. Requerimiento actual de los instrumentos meteorológicos AASANA**

| T | N∞ | Estación Meteorológica | Caseta Meteorológica | Temp. Máx.-min. | Psicrómetro | Termohigrógrafo | Pluviógrafo | Pluviómetro | Tanque evaporimétrico | Anemómetro Totalizador | Anemómetro | Heliógrafo | Actinógrafo | Barómetro | Microbarógrafo | Geotemómetros | Automática |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S | 6 | Ascención de Guarayos | B | M | R | C | U | M | U | C | U | C | U | B | R | C | M |
| S | 7 | Camiri | R | B | B | B | M | B | U | B | U | B | B | B | B | C | B |
| S | 8 | Concepción | B | B | B | C | C | R | U | C | B | C | C | B | B | C | |
| S | 9 | Puerto Suárez | R | B | R | U | U | R | B | U | B | B | R | R | B | C | B |
| S | 10 | Roboré | M | B | B | C | U | B | U | C | B | C | C | B | B | C | |
| S | 11 | San Ignacio | M | R | B | B | U | B | B | U | B | B | U | B | B | C | B |
| S | 12 | San Javier | M | R | R | C | C | R | U | C | M | C | C | M | B | C | B |
| S | 13 | San José de Chiquitos | M | B | R | C | C | R | U | C | R | C | C | B | B | C | |
| S | 14 | San Matías | M | B | R | C | U | R | C | C | B | C | C | R | B | C | B |
| S | 15 | El Trompillo (Aeropuerto) | R | B | R | C | C | M | C | C | B | C | C | R | B | C | B |
| S | 16 | Valle Grande | M | B | B | C | C | M | C | C | R | C | C | U | B | C | |
| S | 17 | Viru - Viru (Aeropuerto) | R | B | B | B | U | B | B | B | R | B | C | B | B | U | B |
| R | Total Regular estado | | 4 | 2 | 6 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| M | Total Mal estado | | 6 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| U | Total Fuera Servicio | | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 6 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| C | Total Completar | | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 | 0 | 3 | 8 | 0 | 8 | 8 | 0 | 0 | 11 | 0 |
| | Total Requerimiento | | 10 | 3 | 6 | 9 | 12 | 8 | 9 | 10 | 6 | 8 | 11 | 5 | 1 | 12 | |

### 5.3.2. Instalación y transformación de las estaciones meteorológicas

En base a las recomendaciones para el re-equipamiento de las estaciones meteorológicas, contenidas en el informe "Diagnóstico de la Red Meteorológica de Santa Cruz 2003", se actualiza y complementa la información del proyecto Readecuación y Ampliación de la Red Meteorológica Departamental al año 2006, mediante las visitas realizadas a los distintos municipios y localidades del Departamento, lo cual ha permitido seleccionar los emplazamientos de los jardines meteorológicos, donde se instalarán y transformarán las estaciones meteorológicas.

El requerimiento total de instrumental incluye los requerimientos para las estaciones meteorológicas de apoyo a las funciones del Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental (CIHMED). También, se incluye una cantidad mínima de instrumental de reserva, aspecto que presenta la tabla 5.8

**Tabla 5.8. Requerimiento de instrumental**

| N∞ | Estación Meteorológica | Caseta Meteorológica | Temp. Máx.-min. | Psicrómetro | Termohigrógrafo | Pluviógrafo | Pluviómetro | Tanque evaporimétrico | Anemómetro Totalizador | Anemómetro | Heliógrafo | Actinógrafo | Barómetro | Microbarógrafo | Geotemómetros | Termómetro min. de agua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | RED SENAHMI | 11 | 11 | 6 | 3 | 5 | 13 | 4 | 4 | 7 | 3 | 3 | - | - | 3 | - |
| 2 | RED AASANA | 10 | 3 | 6 | 9 | 12 | 8 | 9 | 10 | 6 | 8 | 11 | 5 | 1 | 12 | 12 |
| 3 | Nuevas instalaciones Estaciones CO | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | - | - | 10 | 10 |
| 4 | Nuevas Instalaciones Estaciones TPA | 30 | 30 | 30 | - | - | 30 | - | - | 30 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | Nuevas Instalaciones Estaciones TP | 13 | 13 | 13 | - | - | 13 | - | - | | - | - | - | - | - | - |
| 6 | Nueva instalación Estación Met. Laboratorio CE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | **TOTALES** | **75** | **68** | **66** | **23** | **28** | **75** | **24** | **25** | **54** | **22** | **25** | **6** | **2** | **26** | **23** |
| | Reserva | 5 | 10 | 10 | 2 | 2 | 10 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | **TOTALES** | **80** | **78** | **76** | **25** | **30** | **85** | **26** | **27** | **59** | **24** | **27** | **7** | **3** | **28** | **25** |

CO: Climatológica Ordinaria, TPA: Termo-Pluviométrica con Anemómetro, TP: Termo-Pluviométrica CE: Climatológica Especial

## 6. Participación de los municipios – sostenibilidad de la red

En junio 2006, la UAGRM, a través de las facultades de Ciencias Agrícolas (participa el CIMAR) y Ciencias Exactas y Tecnología (participa el IIT), la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, mediante la Secretaria de Desarrollo Sostenible, la Dirección de Ordenamiento Territorial y Cuencas (DIORTECU), y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), de esta última participan la Dirección Nacional y Dirección Regional y los municipios, mediante un Acuerdo Complementario Operativo para el Sostenimiento de la RHMD, acuerdan implementar el Proyecto de Adecuación y Ampliación de la RHMD.

La coordinación interinstitucional y cooperativa de las instituciones integrantes del Acuerdo para el Sostenimiento de la red se basa en compromisos y aportes individuales:

### LA UAGRM:

En función a sus propósitos científicos, técnicos, académicos y de extensión comunitaria y de desarrollo, la UAGRM se hace responsable de los siguientes compromisos:

- Asignación de los recursos profesionales competentes para el emplazamiento de las nuevas estaciones meteorológicas, en base a un plan de ubicación geográfica en sitio.

- Realización de actividades de capacitación de técnicos encargados y de observadores de las estaciones hidrometeorológicas.

- Desarrollo de los servicios de calibración y mantenimiento de instrumentos.

- Implementación del Centro de Investigación Hidrometeorológica Departamental(CIHMED) cuyo fin principal será el de realizar estudios científicos sobre meteorología e hidrología.

**LA PREFECTURA:**

Ente rector del Desarrollo Regional y se compromete a brindar:

- Cooperación técnica y suministro de datos e información para las actividades de capacitación.

- Apoyo para la capacitación a técnicos y observadores.
- Apoyo logístico destinado al recorrido de los itinerarios de viaje a los municipios.

- Apoyo a la Creación de una entidad destinada al mantenimiento y desarrollo de la RHMD, garantizando su sostenibilidad de forma permanente.

**SENAMHI:**

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), es una institución designada por ley para todas las actividades relacionadas con la Meteorología y la Hidrología a nivel nacional, en este proyecto se obliga a:

- Cooperar con la UAGRM y la Prefectura del Departamento, en la capacitación de técnicos y observadores de la RHMD, facilitando los recursos humanos y equipos necesarios.

- Participar con la UAGRM en los servicios de calibración y mantenimiento de instrumentos, rehabilitación e instalación de estaciones meteorológicas.

- Proveer información y los datos requeridos para las actividades de capacitación.

**LOS MUNICIPIOS:**

El municipio involucrado en el acuerdo interinstitucional, es el principal beneficiario, con los productos emergentes de la implementación de estaciones hidrometeorológicas en su jurisdicción municipal y se compromete a:

- Disponer de un espacio de propiedad municipal, destinado al jardín meteorológico

- Tener a su cargo la responsabilidad del relevamiento de información de las estaciones meteorológicas del área del municipio, debiendo asignar un técnico y un observador, según se requiera para atender las necesidades del actual sistema, en rehabilitación o en funcionamiento y del nuevo sistema a ser instalado.

- Colaborar con los técnicos de la U.A.G.R.M, del SENAMHI y de la Prefectura Departamental, apoyando en la real ubicación de estaciones y en los servicios de calibración y mantenimiento de instrumentos y rehabilitación de estaciones meteorológicas.

- Proveer el financiamiento del salario del técnico y/u observador requerido para el sistema, asegurando el recurso económico adecuado en el POA y presupuesto con carácter sostenible en el tiempo.

- Brindar todas las facilidades necesarias para el buen cumplimiento de la misión encomendada, a la comisión encargada de los trabajos en la red, en el ámbito del municipio.

- Otorgar el permiso y la sustentación económica para la asistencia del técnico y/u observadores a los cursos de capacitación, organizados como consecuencia del acuerdo.