



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



FACULTAD DE INGENIERIA

INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDROMETEOROLOGICA

PROYECTO PROCEDA

CUENCA EXPERIMENTAL DEL RÍO SAN

JOSÉ DE GALIPÁN

INFORME FINAL

2003- 2004 -



CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....</u>	<u>1</u>
<u>ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIADOS.....</u>	<u>1</u>
<u>ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES.</u>	<u>5</u>
<u>OTROS ASPECTOS:</u>	<u>5</u>
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>5</u>
<u>METAS PARA SEGUNDO SEMESTRE</u>	<u>5</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>9</u>
<u>ANEXO 1.....</u>	<u>8</u>
<u>ANEXO 2.....</u>	<u>10</u>
<u>ANEXO 3.....</u>	<u>26</u>
<u>ANEXO 4.....</u>	<u>28</u>
<u>ANEXO 5.....</u>	<u>32</u>

INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al periodo Noviembre 2003 a Octubre de 2004. En dicho informe se resumen los boletines mensuales emitidos de los datos pertenecientes a nueve (9) estaciones que se encuentran completamente operativas así como también las actividades mas resaltantes del año. Adicionalmente se refleja una serie de logros alcanzados durante el año, tales como consolidación del equipo de trabajo, instalación de nuevas estaciones y actualización de algunas ya existentes las cuales se le incorporaron nuevas mediciones. Cabe destacar que en los primeros reportes mensuales inicialmente se incluyó solamente las variables de precipitación, sin embargo luego de una recolección y depuración de datos se introdujeron las siguientes variables: radiación, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, evaporación, presión y precipitación; así como también análisis estadísticos de las mismas

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

- a. Se continuó con la recopilación de los datos obtenidos por la red de estaciones Hidrometeorológica de la cuenca del río San José de Galipán.
- b. En febrero de 2004 entró en funcionamiento la estación pluviométrica San Francisco y se comenzaron a recolectar datos desde su inicio.
- c. No se registraron datos por fallas técnicas en las siguientes estaciones:
 - climatológicas San José desde el 16 de enero al 4 de febrero de 2004.
 - climatológica Humboldt del 10 de noviembre al 22 de diciembre de la variable precipitación y de todos los parámetros del 10 al 12 de enero de 2004.
 - Pluviométrica Manzanares del 10 de octubre al 28 de noviembre de 2003.
 - Durante este año 2004 la estación Humboldt ha presentado problemas con el datalogger por lo que ^{se} presenta datos faltantes. También hubo problemas con el sensor de humedad y se retiró definitivamente en Julio.
- d. Se organizó, se validó y se depuró los datos registrados desde los inicios del proyecto hasta agosto de 2004.
- e. Se repotenció la estación Los Venados y comenzó a funcionar el 1ro de abril, registrando precipitación, velocidad y dirección del viento. A partir de junio también esta registrando temperatura.
- + f. A finales de mayo comenzó ^{Picacho} a funcionar
- g. Le estación hidrométrica San José se puso en funcionamiento en mayo y dejó de operar el 8 de agosto, debido a ^{de} fue vandalizada; por lo tanto, continúan fuera de servicio las estaciones hidrométricas San José y Macuto.

-
- h. La estación hidrométrica Macuto está en proceso de reactivación, se está instalando un sensor de ultrasonido
 - i. Se detectó que faltan los archivos de datos en las siguientes estaciones para las fechas indicadas:
 - Humboldt: meses Febrero y Julio de 2002 y Julio 2003
 - Climatológica San José: meses Julio y Septiembre de 2002 y Junio y Julio de 2003.
 - j. Se detectó en las estaciones Manzanares, Macuto y San Isidro, que utilizan equipos Lakewoods, archivos con un adelanto de un año.
 - k. En el **anexo 1** se listan el total de los archivos que contienen la data registrada de cada una de las estaciones hasta el 26 de marzo de 2004.

ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIADOS

En la validación de los datos se verificaron que los valores de los diferentes parámetros estuvieran dentro de los rangos establecidos, así como también se validó la fecha de la adquisición de los datos.

Una vez transformada y corregida la data, se procedió a los cálculos correspondientes a cada una de las variables y se excluyeron los valores errados. Luego se organizaron los datos por parámetro medido, estación, año, mes y día. Se procedió luego a la elaboración de boletines mensuales del año 2004, en total se han preparado 6 boletines que abarcan desde enero hasta junio de 2004.

Posteriormente se elaboró un boletín donde se resumen por año los valores mensuales de precipitación de todas las estaciones y que se muestra la siguiente página. También se hizo una tabla similar con el número de días de lluvia, la misma se encuentra en el anexo 3

Boletín de Precipitación mensual

Año : 2001												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	0,0	12,6	6,2	2,9	18,7	18,9	89,2	69,4	80,0	79,0	10,6	65,9
San Isidro								\$60,4	133	131,5	69,4	93,7
Manzanares								\$0,4	135,2	148,3	103,9	120,2
San José									\$1,2	45,3	46,8	\$57,8

Año : 2002												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	\$8,1		\$15,5	176,8	99,9	60,1	\$6,4		\$25,3	\$9,0	46,1	19,0
San Isidro	23,4	0,9	38,2	150,2	81,5	51,3	69,9	61,1	110,9	40,9	33,7	10,4
Manzanares	29,8	2,2	47,9	\$10,3	-	-	-	-	-	-	-	-
San José				\$14,4	27,7	15,9	-	\$12,9	-	\$11,0	7,0	2,9
Macuto						\$2,7	19,0	21,7	37,1	49,4	4,3	3,7

Año : 2003												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	\$1,5	0,1	1,1	71,1	20,3	\$85,1	-	\$75,8	87,6	170,4	\$60,4	\$54,6
San Isidro	0,1	0,1	0,7	57,4	21,6	81,6	249,4	76,2	81,7	198,6	40,1	121,5
Manzanares	-	-	-	-	-	\$67,6	230,7	102,6	74,2	\$61,3	\$2,2	78,2
San José	0,2	0	1,3	18,6	5,0	-	-	\$24,3	20,5	56,8	52,5	37,8
Macuto	0,0	0,0	0,0	1,9	2,8	72,1	73	40,0	27,7	53,9	74,9	61,7

Año : 2004

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	50,9	29,7	25,2									
San Isidro	59,3	41	\$32									
Manzanares	43,7	20,3	\$19									
San José	\$8,3	5,9	\$26,6									
Macuto	55,0	\$18,1										
San Francisco		\$0,8	\$32,7									

Nota 1 : Los meses con \$ tienen días faltantes

Nota 2 : Los meses con " - " no existen los archivos o están dañados

Nota 3 : Fallas en el equipo

Nota 4 : La estación no estaba instalada para esta fecha

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES.

Se ha hecho un análisis preliminar de los datos de precipitación obtenidos de la red de estaciones la cuenca (boletines de precipitación mensual y número de días de lluvia) y se sacaron a las siguientes conclusiones:

1. La temporada lluviosa del período 2001 al 2004 comienza en abril y termina en enero, disminuyendo a partir de noviembre.
2. Los meses con más días de lluvia son agosto, septiembre y octubre.
3. Los meses menos lluviosos son febrero y marzo. Sin embargo este año 2004, en dichos meses ha llovido más que en los años anteriores para estas mismas fechas.
4. Durante los meses más lluviosos cae, en la parte media y baja de la cuenca (estaciones San José de Galipán y Macuto), aproximadamente 33% de la lluvia que cae en la parte alta de la cuenca. Gráficos 1, 2,3. ver anexo 4
5. Las estaciones Manzanares y San Isidro presentan un patrón de lluvias similar, llueve aproximadamente el mismo número de días y los valores de precipitación, en general, no difieren demasiado.
6. De todos los años registrados, este año 2004 parece que será el más lluvioso de ellos.

OTROS ASPECTOS:

- Se tramitó el permiso ante el MARN para la instalación de tres nuevas estaciones, el mismo fue otorgado a comienzos del mes de Febrero.
- El Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica ha reacondicionado una oficina para el proyecto. Ver foto. Anexo 5

CONCLUSIONES

- Se organizaron, validaron, depuraron y procesaron la data recolectada en las estaciones desde el inicio del proyecto.
- Se detectaron errores en algunos archivos por fallas técnicas en los equipos de registro.
- Se cuenta con boletines de precipitación diaria y mensual.
- Se analizó la variabilidad espacial de precipitación y se concluyó que llueve más en la parte alta de la cuenca.

METAS PARA SEGUNDO SEMESTRE

- Para el segundo semestre se espera comenzar las campañas de aforo para este año dada la proximidad de los meses más lluviosos que ayudarán a calibrar el modelo hidrológico para la cuenca.

-
- Se elaborarán los boletines de las otras variables meteorológicas.
 - Se tiene previsto que para el mes de mayo entre en funcionamiento la estación hidrométrica San José de Galipán y para finales de año tener en funcionamiento la estación hidrométrica Macuto e instalada la estación pluviométrica Picacho de Galipán.

ANEXOS

Anexo 1
Listado de archivos

	HUMB_24_Abril_25_Junio_2003, HUMB_10_29_Mar_2003, humb_13_agost_01_nov_2003, humb_11_12_nov_2003, humb_11_28_nov_2003, Hum_18_dic_05_ene_2004
San Isidro	PSanIsidroOct_Dic01, PSI09Ago01_07Jun02, PSISjul02, PSIS6ago-6sep(PSIS0211), S01MAR24_2004, San Isidro del 12 al FEB26_2004, PSanIsidroPRN01, PSanIsidroPRN02,
Macuto	macuto calculado hasta 260204, PMACsep02, PMACoct02, PMACnov02,
Manzanares	PMNZ6ago-6nov02(PMNZ0211), S02MAR24, Man11_03, Manz1203, PManzanaresPrn02, S02MAR24.RAW.
Climatológica San José	CSJ_16_10_al_05_11_03 San Jose 240304
San Francisco	SNFR0204
Hidrométrica San José	<u>HSJGmay02.xls</u> , <u>HSJGjun02.xls</u>
Hidrométrica Macuto	<u>HMACmay02.xls</u> , <u>HMACjun02.xls</u> , <u>HMACjul02.xls</u>

Listado de archivos

Nombre de la estación	Nombre del archivo
Humboldt	HUMB_8_31_dic_2000, HUMB_8_Dic_2000_11_Ene_2002, HUMB_22_31_Mar_2002, HUMB_01_30_Abr_2002, HUMB_01_31_May_2002, HUMB_1_28_Jun_2002, humb_28_jun_12_jul_2002, HUMB_1_12_Jul_2002, Humb_18_sep_14_oct_2002(2), HUMB_01_23_Nov_2002 HUMB_23_Nov_02_21_Ene_2003, HUMB_29_ENE_10_MAR_2003, HUMB_29_Mar_24_Abr_2003,



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDROMETEOROLOGICA
PROYECTO PROCEDA

**CUENCA EXPERIMENTAL DEL RÍO SAN
JOSÉ DE GALIPÁN
INFORME FINAL DE LA TERCERA ETAPA
2005-2006**

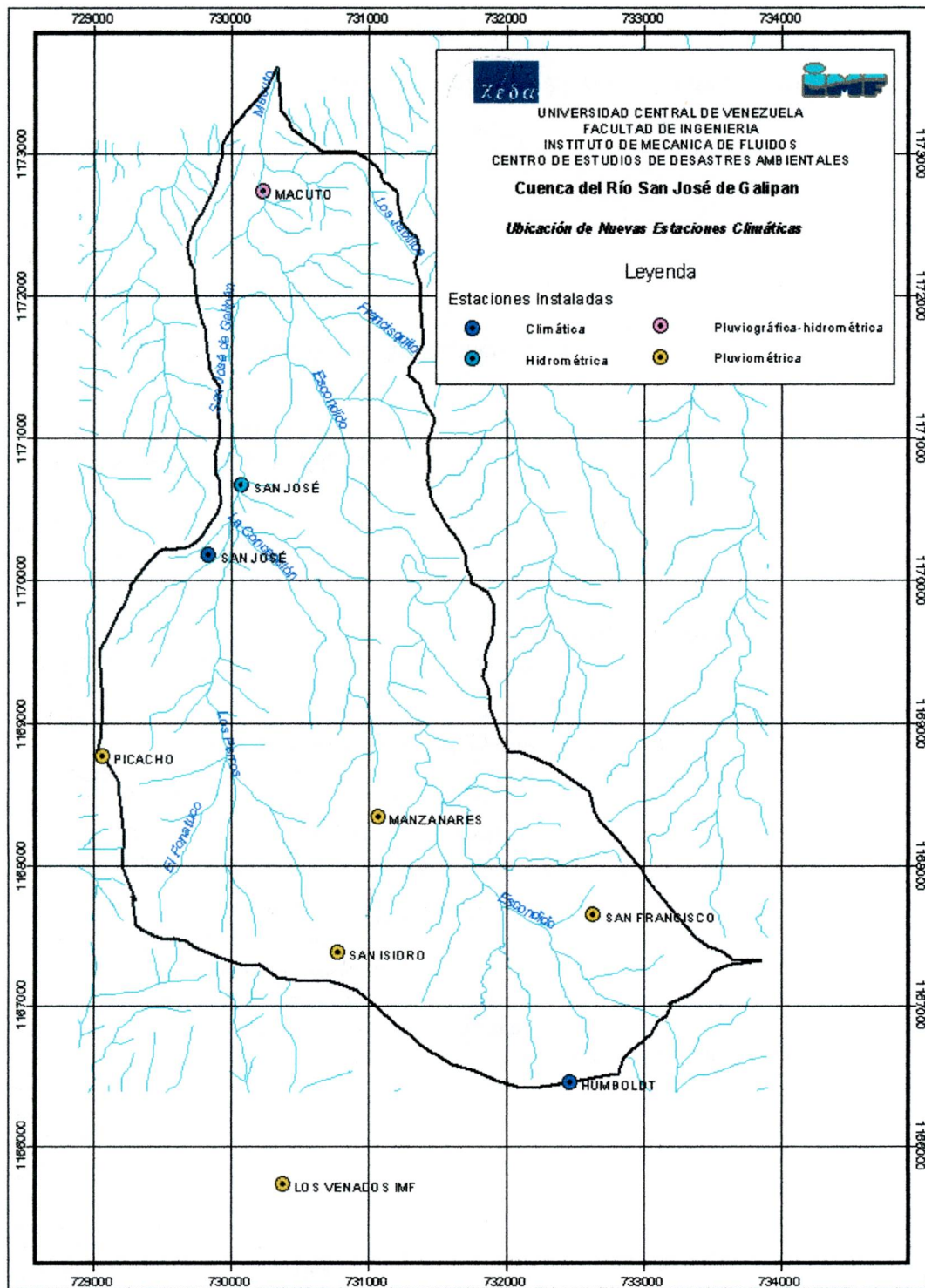
Ing. Judith Fernández G.

Noviembre 2006



CONTENIDO

MAPA DE LA CUENCA.....	2
INTRODUCCIÓN	3
1. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIRADOS	4
2. MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES	5
3. SALA SITUACIONAL (FEBRERO DE 2005)	9
4. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES.....	10
5. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE OTROS PARAMETROS.....	17
6. CONCLUSIONES	21
ANEXOS.....	22



Mapa de la cuenca

LISTADO DE LAS ESTACIONES.

Estación	Serial	fecha de instalación	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)	tipo	Parámetros que mide
Humboldt	0519	Año 2000	66°52'40.5"W	10°32'29.4"N	2149	C:	Temperatura, evaporación, precipitación, velocidad y dirección del viento, radiación, humedad
Picacho	S/N	27/05/04	66°54'31"W	10°33'46.1"N	1994	P:	Precipitación
San Isidro	0629	10/08/01	66°53'32.8"W	10°33'01.1"N	1860	P:	Precipitación
San Francisco	S/N	13/02/04	66°52'33.7"W	10°33'08.9"N	1782	P:	Precipitación
Manzanares	0630	30/08/01	66°53'23.7"W	10°33'31.9"N	1495	P:	Precipitación
San José	0631	21/09/01	66°54'04.4"W	10°34'34.1"N	908	C:	Temperatura, presión atmosférica, precipitación, velocidad y dirección del viento, radiación, humedad
San José	1141	11/11/01	66°53'59.3"W	10°34'48.3"N	841	H:	Nivel de agua
Macuto	S/N	8/11/02	66°53'55.6"W	10°35'47"N	116	P:	Precipitación
Los Venados	S/N	01/04/04	66°53'48.3"W	10°32'07"N	1504	C:	Precipitación, velocidad y dirección del viento

INTRODUCCIÓN

El siguiente informe corresponde a la tercera etapa del proyecto Cuenca Experimental del Ávila (PROCEDA) que se lleva cabo en la Cuenca del Río San José de Galipán que abarca desde octubre 2005 a Octubre de 2006, En el informe se presentan una serie de boletines mensuales elaborados a partir de los datos recolectados de las nueve (9) estaciones instaladas en la cuenca, así como también las actividades más resaltantes del año. Además un análisis preliminar de la distribución temporal y espacial de las lluvias en la cuenca.

1. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIADOS

El proceso de operación de las estaciones ha consistido principalmente en el monitoreo diario de las mismas a las cuales se le consultan las variables que están midiendo en tiempo real y se descargan al computador los registros almacenados en la tarjeta de memoria para su posterior procesamiento. En aquellas estaciones que no poseen telemetría, como son: San Isidro, Manzanares, climatológica San José e hidrométrica San José se han visitado con regularidad para realizar las labores de descarga de datos y mantenimiento en general.

En la validación de los datos se verificaron que los valores de los diferentes parámetros estuvieran dentro de los rangos establecidos, así como también se validó la fecha de la adquisición de los datos.

Una vez corregida la data, se procedió a los cálculos correspondientes a cada una de las variables y se excluyeron los valores errados. Luego se organizaron los datos por estación, parámetro medido, año, mes y día. Se procedió luego a la elaboración de boletines mensuales. En total, durante todo el proyecto, se han elaborado 29 boletines mensuales que abarcan desde enero 2004 hasta mayo de 2006.

En la cuenca se cuenta con dos tipos de data logger, el de marca Lakewood que registra por evento de lluvia y el de marca Tecnum con un sistema temporizado que registra cada 5 minutos independientemente de la ocurrencia de una lluvia. Para poder comparar la variación de la precipitación en el tiempo para todas las estaciones se tuvo que uniformizar los datos y llevarlos todos a periodo de tiempo de 5 minutos. El registro en las estaciones climatológicas se hace cada cinco minutos.

Se siguió la siguiente metodología de trabajo para cada estación:

- Se determinó la precipitación diaria y mensual y cual fue la máxima registrado en el mes y a que día correspondió. También se determinó el número de días de lluvia.
- Se determinaron las lluvias máximas para 5, 10,15, 20, 30 minutos, 1,2, 3 horas. No se calcularon para 6,9,12 y 24 horas
- Se hicieron histogramas de precipitación diaria donde se incluyen todas las estaciones. Ver anexo
- Se incluyeron, en los boletines, tormentas ocurridas en la cuenca, tomando como referencia que en la mayoría de las estaciones se hayan registrado más de 20 mm de lluvia continua.

-
- Se obtuvieron las temperaturas máximas, mínimas y medias para cada día del mes, se utilizó el mismo procedimiento para calcular los valores mensuales. La temperatura media mensual se calculó como el promedio de la media diaria. Las temperaturas máxima y mínima del mes corresponden los valores máximo y mínimo registrados en el mes
 - Un cálculo similar se hizo para obtener los valores de velocidad máxima y media, la presión atmosférica máxima, mínima y media, humedad relativa máxima, mínima y media, la radiación solar máxima. Para la obtención de la media diaria de radiación se excluyeron los valores de radiación que corresponden a las horas nocturnas. El total de la radiación es la sumatoria de todos datos registrados.
 - Para los niveles medio de agua del río, se promediaron los valores registrados durante el día y se elaboraron gráficos del nivel medio diario.
 - Se elaboraron gráficos de líneas que muestran los valores diarios de las otras variables que registran las estaciones climatológicas.
 - Se elaboró una tabla de total anual de precipitación, que no incluyen los datos faltantes.

Boletines mensuales

Para este informe se presentan los boletines mensuales desde julio de 2004 hasta mayo de 2006. En total 23 boletines.

En ellos se incluyen los datos diarios de cada uno de los parámetros medidos en cada estación con gráficos, histogramas y mapas. Se han dejado en blanco aquellos días donde no hubo registro de datos por algún motivo o están errados.

Debido a la extensión de los boletines, los mismos se encuentran en un anexo aparte

2. MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES.

Durante estos años se han venido realizando trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, lo que ha permitido que sigan funcionando correctamente la mayoría de los equipos de las estaciones. En todas las estaciones se realizan labores de limpieza y desmalezamiento de las áreas de emplazamiento a fin garantizar la confiabilidad del dato.

En las visitas se han detectado y corregido fallas menores y se han reportado problemas como vandalismo. Sin embargo por falta de presupuesto no se han podido sustituir partes y/o comprar repuestos.

Entre los problemas detectados se pueden mencionar los siguientes:

- La estación Humboldt presenta la hélice del anemómetro de dañado por desgaste de los rodamientos. El sensor de humedad presenta valores fuera de rango, por lo que ambos equipos quedaron fuera de servicio. Fotos 2 y 3
- La estación hidrométrica San José en junio de 2005 perdió el sensor de nivel, arrastrado por una creciente quedando la estación inoperativa hasta la fecha. En agosto de 2006 el MARN suministró otro sensor que está próximo a instalarse.
- El gabinete donde se encuentra ubicado el sensor de nivel la estación hidrométrica Macuto fue, en una oportunidad, golpeado por objetos contundentes que lo deformaron e hicieron que se moviera de lugar, esto dio a lugar que la estación no funcionara. Se hicieron las reparaciones y ha seguido trabajando el equipo.
- Datos faltantes en algunos periodos por problemas de batería en algunas estaciones. En el diseño original del proyecto se escogieron paneles solares que eran suficiente para alimentar las baterías de equipos sin telemetría, sin embargo, con la inclusión de MODEM para la transmisión de datos el consumo de energía se incrementó. Se han incluido baterías adicionales.
- Luego de la vaguada de febrero de 2005, el cauce del río se amplió en la parte baja de la cuenca, lo que ha permitido que los lugareños hagan pozas justo donde se encuentra el sensor de nivel. También el dique toma se ha sedimentado y presenta deterioro. Foto 3
- A la estación Manzanares, en junio de 2006 le fue vandalizado el pluviómetro quedando la estación fuera de servicio. Ver foto 1

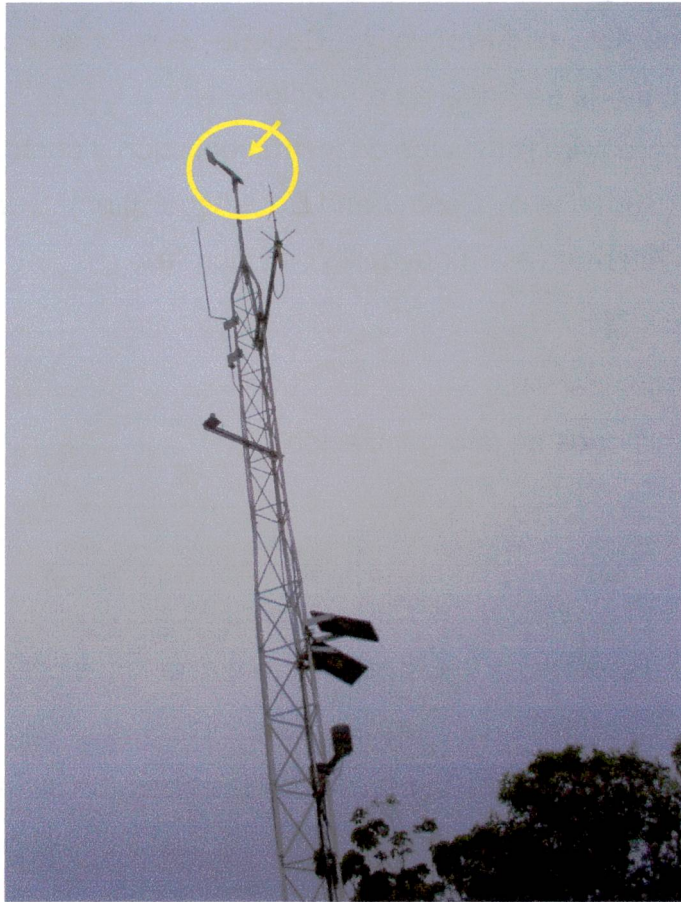


Foto 2. Estación Humboldt. Sensor de velocidad sin la hélice



Foto 3. Estación Humboldt. Se observa la hélice en el suelo



Foto 4. Estación Macuto. Pozos construidos por los vecinos del sector

3. SALA SITUACIONAL (FEBRERO DE 2005)

Debido a una vaguada que afectó al país, entre los días del 8 ^{11 y del 19} al 20 de febrero de 2005 se montó una sala situacional en el Departamento de Ingeniería Hidrometeorológica (DIHM), a solicitud del Ministerio de Ciencia y Tecnología, donde se llevó el monitoreo de las estaciones de la cuenca las 24 horas del día y los registros sirvieron como insumo para los tomadores de decisiones en la evaluación de las zonas de riesgo en Caracas y Vargas. De tal manera que durante esos días funcionó como un sistema de alerta temprana.

Se puso a prueba en esta emergencia la robustez de los equipos de telemetría, que funcionaron bien, solo se perdió la señal de la estación San Francisco por un corto periodo de tiempo y que fue subsanado con prontitud. Es importante destacar la colaboración de la familia Báez, custodios de la estación, quien nos suministro los datos por teléfono, ya que manejan un pluviómetro artesanal.

A raíz de este evento, el DIHM ha estado enviando diariamente un reporte diario de lluvias proveniente de las estaciones de la cuenca Galipan que tienen telemetría y de otras ^{est} que podemos acceder a través de internet, incluyendo un pronóstico para Caracas con validez de 12 horas. La distribución se hace a través de email a diferentes instituciones y personas

vinculas a medio de la hidrometeorología. La lista de distribución incluye a organismos tales como FUNVISIS, VENEHMET, MARN, Protección Civil entre otros.

4. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LAS PRECIPITACIONES.

La precipitación, es uno de los elementos meteorológicos principales que caracteriza el estado del tiempo en nuestro medio. Su variabilidad afecta, adversa o benéficamente, la mayoría de las actividades del ser humano y repercute en el desarrollo social y económico del país. En particular, las pérdidas de vidas humanas, daños en infraestructuras y alteración de los ecosistemas causados por los deslizamientos en épocas lluviosas, han sido tan significativas que estos fenómenos constituyen un serio condicionamiento al desarrollo territorial del país. Por esto, es muy importante conocer las variaciones regulares, el comportamiento y distribución tanto espacial como temporal de la precipitación (Castellanos, 1.996).

Los países situados en la zona tropical, como Venezuela, están bajo la influencia de los vientos Alisios (corrientes uniformes de aire que entran en los trópicos procedentes del Norte o del Noreste en el hemisferio Norte y del Sur o del Sureste en el hemisferio Sur) y de la oscilación meridional de la Zona Confluencia Intertropical (ZCIT)

La distribución espacial y temporal de la precipitación está asociada a la época del año. Es decir, la ZCIT inicia su recorrido de sur a norte entre enero-febrero y de norte a sur entre julio-agosto. En su recorrido produce dos temporadas lluviosas.

Tipos de precipitación

Los tipos de precipitación guardan relación con los mecanismos que dan origen al ascenso del aire: turbulencia mecánica (de rozamiento o dinámica), turbulencia térmica (convección térmica) y ascendencia orográfica (Eslava, 1.993):

- Precipitación orográfica. Esta se da por el ascenso forzado del aire húmedo al chocar contra una montaña, (asciende, se enfría y condensa).
- Precipitación convectiva térmica. Se produce por un calentamiento intenso del aire cercano al suelo y el subsiguiente ascenso rápido de porciones de aire por las diferencias de densidad. Si la atmósfera es muy húmeda y el aire asciende, puede formar nubes de gran

desarrollo vertical. La precipitación convectiva térmica de gran intensidad se caracteriza por presentar tormentas, relámpagos, truenos y en algunos casos granizo.

En vista a lo antes expuesto las precipitaciones no son uniformes tanto en el tiempo como en el espacio. Por lo tanto se hace necesario hacer un análisis a fin de determinar su comportamiento dentro de la cuenca, ubicando las zonas de mayor precipitación, períodos de lluvias.

Aunque esta red tiene pocos años de registro se hace un estudio preliminar que nos de una tendencia

La cuenca se ha dividido en tres de acuerdo con la altura:

- Cuenca Alta: que corresponde a las estaciones Humboldt, Picacho, Manzanares, San Isidro y San Francisco
- Cuenca Media: que corresponde a la estación Climatológica San José
- Cuenca Baja: que corresponde a las estación Macuto.

De los datos recabados en las estaciones de la cuenca, y que se presentan a continuación en las tablas 1 y 2, (resumen los datos mensuales y anuales de las estaciones pluviométricas) se observa que el periodo lluvioso coincide con el paso de la ZCIT, es decir presenta una precipitación bimodal.

En la tabla 1 de precipitación mensual puede observarse que el mes menos lluviosos ha sido marzo, en particular el del año 2005

desarrollo vertical. La precipitación convectiva térmica de gran intensidad se caracteriza por presentar tormentas, relámpagos, truenos y en algunos casos granizo.

En vista a lo antes expuesto las precipitaciones no son uniformes tanto en el tiempo como en el espacio. Por lo tanto se hace necesario hacer un análisis a fin de determinar su comportamiento dentro de la cuenca, ubicando las zonas de mayor precipitación, períodos de lluvias.

Aunque esta red tiene pocos años de registro se hace un estudio preliminar que nos de una tendencia

La cuenca se ha dividido en tres de acuerdo con la altura:

- Cuenca Alta: que corresponde a las estaciones Humboldt, Picacho, Manzanares, San Isidro y San Francisco
- Cuenca Media: que corresponde a la estación Climatológica San José
- Cuenca Baja: que corresponde a las estación Macuto.

De los datos recabados en las estaciones de la cuenca, y que se presentan a continuación en las tablas 1 y 2, (resumen los datos mensuales y anuales de las estaciones pluviométricas) se observa que el periodo lluvioso coincide con el paso de la ZCIT, es decir presenta una precipitación bimodal.

En la tabla 1 de precipitación mensual puede observarse que el mes menos lluviosos ha sido marzo, en particular el del año 2005

TABLA 1

Precipitación mensual

Año : 2001												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	0,0	12,6	6,2	2,9	18,7	18,9	89,2	69,4	80,0	79,0	10,6	65,9
San Isidro								60,4	133	131,5	69,4	93,7
Manzanares								0,4	135,2	148,3	103,9	120,2
San José									1,2	45,3	46,8	57,8

Año : 2002												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	8,1		15,5	176,8	99,9	60,1	6,4		25,3	9	46,1	19,0
San Isidro	23,4	0,9	38,2	150,2	81,5	51,3	69,9	61,1	110,9	40,9	33,7	10,4
Manzanares	29,8	2,2	47,9	10,3	-	-	-	-	-	-	-	-
San José	-	-	-	14,4	27,7	15,9	-	12,9	-	11,0	7,0	2,9
Macuto						2,7	19,0	21,7	37,1	49,4	4,3	3,7

Año : 2003												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	1,5	0,1	1,1	71,1	20,3	85,1	-	75,8	87,6	170,4	60,40	54,6
San Isidro	0,1	0,1	0,7	57,4	21,6	81,6	249,4	76,2	81,7	198,6	40,1	121,5
Manzanares	-	-	-	-	-	67,6	230,7	102,6	74,2	61,3	2,2	78,2
San José	0,2	0	1,3	18,6	5,0	-	-	24,3	20,5	56,8	52,5	37,8
Macuto	0,0	0,0	0,0	1,9	2,8	72,1	73	40,0	27,7	53,9	74,9	61,7

Año : 2004												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	50,9	29,7	25,2	75,3	42,0	25,9	-	67,6	59,5	185,3	246,9	
San Isidro	59,3	41	32,1	73,7	173,5	63,1	109,4	129	198	186,7	216,4	
Manzanares	43,7	20,3	19,1	40,1	180,3	66,7	119,6	184,4	192,7	215	265,8	
San José	8,3	5,9	26,6	33,8	70,0	18,4	27,9	34,2	55,5	85,5	8,6	
Macuto	55,0	18,1	2,1	16,2	128,3	23,1	38,0	38,1	68,6	83	37,9	
San Francisco		0,8	32,7	22,3	113,2	85,8	119,3	175,9	193,3	206,2	215,5	
Los Venados				46,8	167,0	74,2	107,0	118	124,1	208,8	160,6	
Picacho Galipan					57,3	35,9	60,8	106,2	106,5	149,8	198,4	37,8

TABLA 1 (Continuación)

Precipitación mensual

Año : 2005												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	229,3	265,6	0,1	26,5	180,9	170,7	113,6	69,5	120,3	120,4	168	83,7
San Isidro	168,3	257,0	0,1	30,2	193,7	203,9	107,5	91,4	103,0	118,0	137,8	87,4
Manzanares	256,2	421,7	0,1	27,7	215,8	229,6	110,5	86,6	116,1	124,1	189,7	134,0
San José	180,0	586,3	0,0	64,0	201,7	180,8	69,3	73,4	129,8	15,7	-	21,1
Macuto	194,0	544,3	0,0	41,1	78,7	61,8	5,3	14,0	70,4	85,8	188,8	68,5
San Francisco	240,8	372,9	6,3	51,8	161,6	213,2	105,5	74,7	115,2	90,0	178,0	153,7
Los Venados	127,4	166,4	0,0	44,2	200,4	225,6	108,5	141,3	67,3	89,9	147,7	93,4
Picacho Galipan	74,4	167,6	0,0	18,6	126,2	151,2	69,3	61,3	37,0	90,9	112,4	39,3

Año : 2006												
Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Humboldt	272,3	140,1	23,4	20,7	10,9	41,3	128,0	206,5				
San Isidro	197,2	139,9	25,2	16,1	109,3	89,5	134,4					
Manzanares	297,8	184,4	1,5	21,6	105,1	43,9	-					
San José	223,0	186,7	55,1	21,6	110,0	26,4	102,4					
Macuto	189,1	160,7	-	17,3	103,6	35,3	61,7	111,9				
San Francisco	255,7	159,9	31,9	47,9	103,0	94,5	186,4	217,5				
Los Venados	175,1	79,1	20,0	11,3	131,2	62,0	104,4	175,0				
Picacho Galipan	76,0	53,9	23,8	13,0	65,6	26,0	91,6	156,5				

Nota 1: Los meses en amarillo tienen días faltantes

Nota 2: Los meses con "-" no existen los archivos o están dañados

Nota 3: La estación no estaba instalada para esta fecha

TABLA 2

Total anual de precipitación registrada

Estación	Año 2001	Año 2002	Año 2003	Año 2004	Año 2005
Humboldt	453,4	466,2	628,0	808,3	1548,6
San Isidro	488,0	672,4	929,0	1282,2	1498,3
Manzanares	508,0	90,2	616,8	1347,7	1912,1
San José	151,1	80,8	217,0	374,7	1522,2
Macuto		137,9	408,0	508,4	1352,7
San Francisco				1165,0	1763,7
Los Venados				1006,5	1412,1
Picacho Galipan				752,7	948,2

Total anual de precipitación

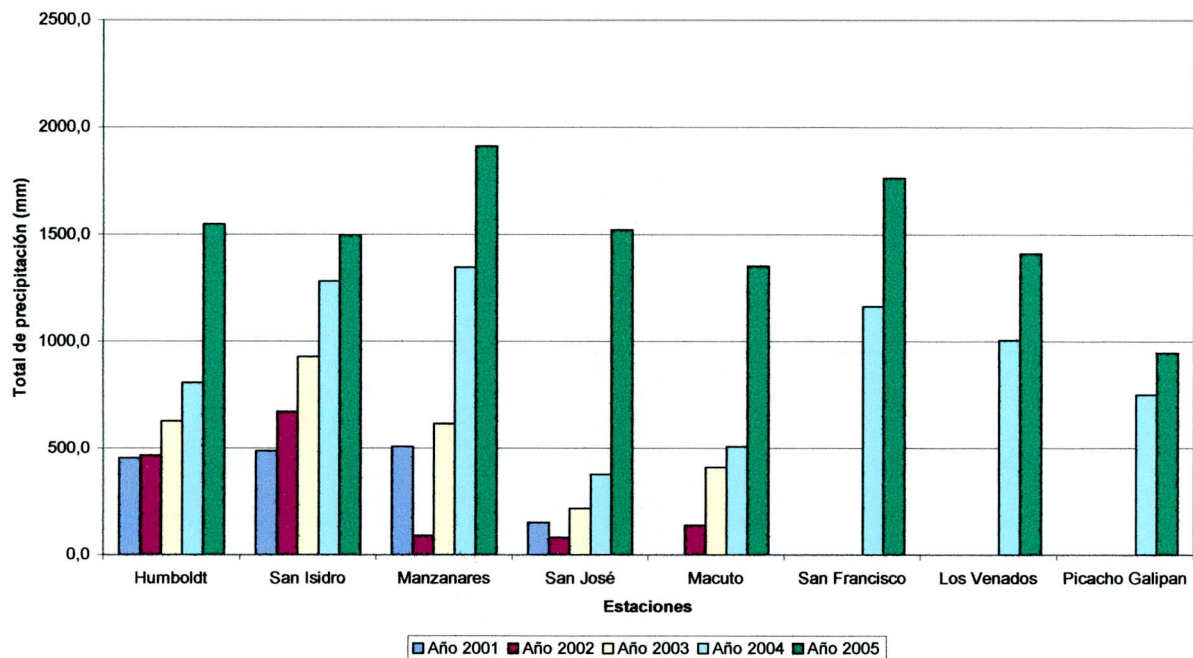
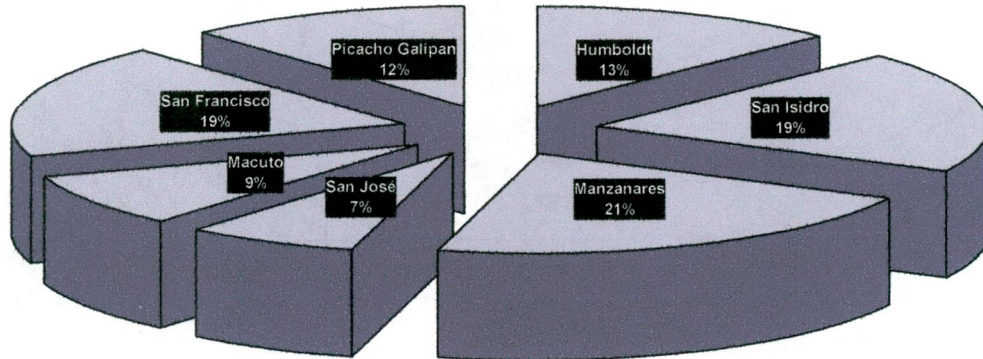


Gráfico 1

Comparando los valores anuales de la gráfica 1 se puede observar que el año 2005 ha sido el más lluvioso del periodo 2001-2005, en donde la mayoría de la estaciones se superan los 1000 mm anuales.

Porcentaje de lluvia anual
Año 2004
Total anual: 6732,7 mm



Porcentaje de lluvia anual
Año 2005
Total anual: 10.545 mm

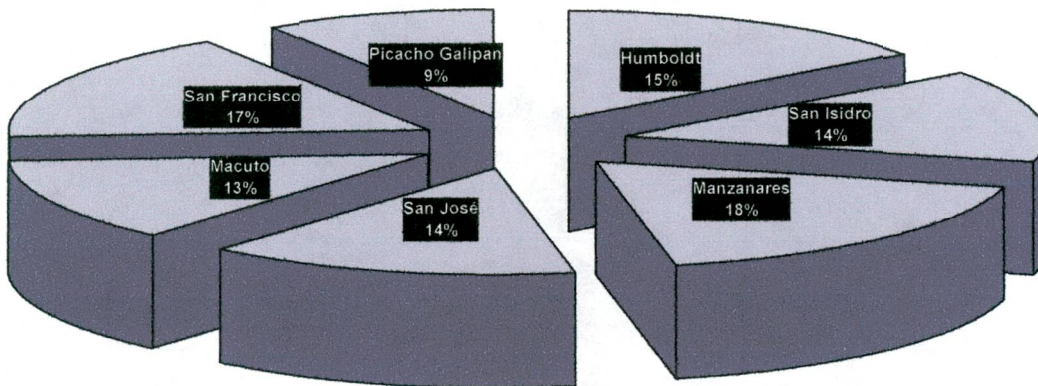


Figura 1. Distribución del Porcentaje de lluvia anual entre las estaciones

En la figura 1 se observa que la precipitación en la cuenca está afectada por la orografía localizándose la mayor cantidad de lluvia en la parte alta y más al este de la cuenca, como son: San Francisco y Manzanares, a diferencia de la estación Macuto donde el registro es menor. Por otro lado

la estación Picacho nos indican que más al oeste llueve menos que al este. Puede deberse esto a que la misma se encuentra a una mayor altura que San Francisco y Manzanares y la circulación del viento la afecte.

5. ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE OTROS PARAMETROS.

Una cuenca puede presentar varios tipos de clima según este influenciada por orografía. La cuenca del río San José de Galipán presenta en su parte alta clima de montaña, donde se registra bastante humedad y temperaturas relativamente baja en tanto que la cuenca baja presenta un clima litoral, donde se registran mayores temperaturas, poca precipitación.

Comparando las variables de las estaciones climatológicas de la tabla 3 tienen las siguientes conclusiones para el periodo registrado:

1. La estación San José tiene una temperatura media superior a Humboldt. Esta variación está alrededor a 5° C. Las temperaturas máximas de San José han llegado hasta 31°C y las mínimas a 13°C , en tanto que las temperaturas de Humboldt están en el orden de máximas de 27°C en julio de 2005 y mínima de 8.3°C en diciembre de 2005.
2. La estación Los Venados presenta temperaturas superiores a Humboldt, la diferencia oscila entre 3 y 4°C , siendo la máxima registrada en el periodo de 30.2°C y la mínima de 11.3°C
3. Se observan también velocidades mayores en la estación Humboldt.
4. En las estaciones Humboldt y San José, para el año 2005, la mayor cantidad de radiación se registró en el mes de marzo, coincidiendo con el mes mas seco.

Tabla 3

Resumen anual de las variables climatológicas de las estaciones San José, Humboldt y Los Venados

Estación : Climatológica San José
 Latitud 10°34'48.3"N
 Longitud 66°53'59.3"W
 Altitud 1141 msnm
 Fecha de instalación
 Registro Anual

Año 2004

Dia	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Presión (mb)			Radiación (W/m ²)			Prec.(mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	max	min	media	Max	Media horaria	total	
Ene	27,1	15,0	19,9	100	60	90	6,9	1,1	168	948,6	922,4	936	1122,0	214,4	501344	8,3
Febr	28,0	13,4	19,2	100	44	86	6,0	1,0	168	948,6	922	936	1335,3	276,3	1083387	5,9
Mar	30,0	14,8	20,3	100	40	86	5,7	1,0	160	950,6	924	939	1365,0	336,9	1643427	27,0
Abr	30,6	16,2	21,5	100	51	91	5,2	0,8	162	953,0	923,0	941	1365,0	255,2	1204509	33,8
May	31,7	17,0	22,3	100	46	90	9,9	0,9	162	950,0	920,8	932	1365,0	287	1306122	70,0
Jun	30,0	17,0	22,6	100	48	83	12,5	1,1	163	1684,8	925,4	989	1287,3	308,2	1436990	18,4
Jul	30,6	16,6	22,5	100	45	83	16,8	1,1	165	1027,2	924,2	944	1359,0	314,7	1976843	27,9
Ago	28,8	18,2	22,7	100	53	83	12,0	1,1	169	969,2	924	933	1365,0	327,5	1583843	34,2
Sep	30,7	18,8	23,3	100	43	81	16,9	1,6	171	967,2	924,0	936	1365	295	1408551	55,5
Oct	28,1	18,6	22,3	100	49	87	9,2	1,0	175	974,2	929,0	941	1365	247	1196198	85,5
Nov	28,5	16,7	21,5	100	41	90	8,9	1,1	173	977,8	928	944	1129,7	128,3	34979	105,7
Dic	25,6	15,9	20,3	100	53	90	6,4	1,1	170	970,6	926	941	1319,7	127,7	33921	23,6

Registro Anual

Año 2005

Dia	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Presión (mb)			Radiación (W/m ²)			Prec.(mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	max	min	media	Max	Media horaria	total	
Ene	25,8	16,0	20,1	100	55	91	7,5	1,1	165	964,8	922,2	938	1343,7	249	1206338	177,4
Febr	29,7	14,1	20,0	100	50	92	8,2	1,1	164	964,2	923,2	934	1342,3	236	1032308	451,1
Mar	29,1	16,5	21,4	100	33	79	13,4	1,2	169	938,4	920,0	926	1365,0	436	2106608	0,0
Abr	29,9	17,7	23,0	100	44	82	15,4	1,2	165	932,0	920,0	925	1365,0	424	1873940	64,0
May	29,1	17,9	22,3	100	54	89	10,9	1,0	169	938,6	919,8	927	1342,7	303	1386745	161,7
Jun	29,3	17,5	22,9	100	51	84	14,3	1,5	170	937,4	921,6	927	1365,0	330	1553426	180,8
Jul	29,7	17,3	22,3	100	52	83	23,8	1,6	169	951,4	921,0	930	1365,0	189	1239321	67,1
Ago																
Sep	30,2	18,5	22,9	99	48	81	11,1	1,2	173	1000,4	921,4	930	1313,0	372	1672352	129,8
Oct	30,2	18,2	22,6	100	40	83	11,2	1,4	172	998,6	917,4	928	1365,0	307	1496453	15,7
Nov	27,2	16,8	20,9	100	53	91	6,0	0,9	176	999,6	911,2	927	1358,7	231	995386	
Dic	24,8	14,6	19,2	100	45	87	6,2	1,2	168	997,8	915,6	927	1189,0	269	676377	21,1

Registro Anual

Año 2006

Dia	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Presión (mb)			Radiación (W/m ²)			Prec.(mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	max	min	media	Max	Media horaria	total	
Ene	25,8	14,5	19,5	100	50	90	7,6	1,1	166	996,8	865,8	923	1338,0	256	1131390	223,0
Febr	25,2	14,1	18,9	100	48	89	7,4	1,1	166	1002,0	912,2	925	1365,0	296	1216885	186,7
Mar	28,9	15,1	20,3	102	46	88	7,4	1,0	170	994,0	912,8	923	1365,0	326	986974	55,1
Abr	30,5	15,5	20,9	100	46	87	7,6	0,9	166	994,8	911,8	922	1365,0	346	1561101	21,6
May	30,1	17,3	22,2	100	33	86	10,7	1,1	169	996,4	906,6	921	1365,0	322	1518373	110,0
Jun	30,5	17,4	22,3	100	52	86	10,3	1,0	167	990,0	909,0	919	1361,7	313	1449119	26,4

Estación : **Climatológica Humboldt**
 Latitud **10°32'40" N**
 Longitud **66°52'54" W**
 Altitud **2129 msnm**
 Fecha de instalación

Año **2004**

Mes	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Radiación (W/m2)		Prec.(0.1 mm)	Prec.(1 mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	Max	Media horatotal		
Ene	20,9	9,0	15,8	100	21	90	16,1	3,2	180	1441,0	373,1	50,9	0
Febr	23,9	11,2	16,3	100	10	86	16,1	3,2	180	1556834	29,7	22	22
Mar	23,7	10,3	16,6	100	17	88	12,6	3,3	182	1506,0	152,8	29,1	23
Abr	25,4	13,1	17,8	100	44	91	12,9	3,2	183	1611,0	309,8	75,3	58
May	15,7	6,6	11,3				16,4	4,8	217	1505,0	324,9	42	34
Jun	17,7	10,2	13,6	100	60	98	20,8	5,6	217	1411,0	303,8	25,9	23
Jul													
Ago	19,6	11,7	14,3				14,6	4,6	221	1533,0	316,9	67,6	54
Sep	20,0	11,0	14,2				18,4	6,2	212	1480,0	299,4	59,5	52
Oct	22,6	11,9	15,0				18,1	4,1	199	1522,0	243,1	185,3	154
Nov	22,9	10,0	14,6				15,6	3,7	183	1588,0	125,3	247,3	211
Dic													

Registro Anual

Año **2005**

Mes	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Radiación (W/m2)		Prec.(0.1 mm)	Prec.(1 mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	Max	Media horatotal		
Ene	20,8	7,8	13,7				13,2	3,2	148	1376,0	296,6	228,8	182
Febr	22,1	9,3	14,1				16,4	3,7	161	1594,0	281,7	265,6	221
Mar	22,9	11,1	15,7				17,2	3,3	178	1760,0	457,5	0,1	0
Abr	21,9	10,9	15,6	100	10	73	16,1	4,8	222	1681,0	359,8	26,5	35
May													
Jun	19,9	12,0	15,0				18,7	6,1	232	1619,0	304,9	170,7	166
Jul	27,1	11,8	14,5				21,8	5,2	219	1628,0	291,4	113,6	106
Ago	20,5	11,3	14,7				22,8	4,5	219	1830,0	371,4	69,5	73
Sep	21,0	12,0	15,0				14,2	4,9	222	1673,0	373,7	120,3	102
Oct	22,6	11,1	15,3				2,1	0,1	229	1542,0	323,1	120,2	102
Nov	22,1	10,6	14,7				5,4	0,1	173	1495,0	252,5	202,5	168
Dic	20,5	8,3	13,8				0,7	0,1	156	1471,0	318,5	83,7	110

Registro Anual

Año **2006**

Mes	Temperatura °C			Humedad (%)			Viento m/s			Radiación (W/m2)		Prec.(0.1 mm)	Prec.(1 mm)
	max	min	media	Max	min	media	Max	media	D. prev	Max	Media horatotal		
Ene	19,8	8,7	13,6				2,2	0,1	157	1453,0	295,2	272,3	212
Febr	20,4	9,8	16,5				0,6	0,1	172	1655,0	358,3	140,1	108
Mar	28,7	10,2	14,3				0,8	0,1	198	1657,0	384,7	23,4	
Abr							0,2	0,1	202	1719,0	383,2		
May										1462,0	230,4	243033	

Estación : **Los Venados**
 Latitud **10°34'32'07" N**
 Longitud **66°53'48,3" W**
 Altitud **1504 msnm**

Fecha de instalación 01/04/04

Registro Anual Año **2004**

Dia	Viento (m/s)			Prec. (mm)	Temperatura (°C)		
	media	max	Dirección		max	media	min
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril	0,8	2,9	189,0	46,8			
Mayo	1,0	11,8	209,6	167,0			
Junio	1,2	25,1	204,1	74,2			
Julio	1,1	4,4	199,0	107,0	27,8	18,3	12,6
Agosto	1,1	9,8	201,6	118,0	28,3	18,4	14,1
Septiembre	1,2	20,5	197,8	152,0	28,9	19,0	14,2
Octubre	0,9	13,0	185,6	208,8	29,5	19,1	14,8
Noviembre	1,0	9,4	187,4	160,6	28,9	18,5	12,8
Diciembre	0,9	12,9	176,8	782,9	19,2	17,5	12,9

Año **2005**

Dia	Viento (m/s)			Prec. (mm)	Temperatura (°C)		
	media	max	Dirección		max	media	min
Enero	1,0	13,4	186,2	127,4	28,8	17,1	12,5
Febrero	0,8	16,2	183,9	166,4	28,6	17,6	11,3
Marzo	1,0	14,8	190,3	0,0	30,2	19,5	12,6
Abril	1,0	9,6	204,5	44,2	29,9	20,0	13,8
Mayo	0,8	8,2	195,2	200,4	28,6	19,5	14,8
Junio	1,1	9,5	211,0	225,6	27,9	19,1	14,5
Julio	1,1	12,8	196,4	108,5	27,8	18,5	14,1
Agosto	1,0	10,1	194,3	141,3	29	19,3	14,5
Septiembre	1,0	12,7	192,4	67,3	28,3	19,6	14,8
Octubre	0,9	8,3	191,7	89,9	29,9	19,6	14,5
Noviembre	0,7	8,7	186,5	147,7	28,3	18,3	13,9
Diciembre	0,5	13,2	174,2	93,4	27,7	16,9	11,7

Año **2006**

Dia	Viento (m/s)			Prec. (mm)	Temperatura (°C)		
	media	max	Dirección		max	media	min
Enero	0,7	29,9	182,9	175,1	28,5	16,8	11,2
Febrero	0,8	41,0	175,5	79,1	28,4	16,6	11,5
Marzo	0,8	22,1	181,7	20,0	28,8	17,9	11,8
Abril	0,7	7,3	183,6	11,3	30,2	19,1	11,8
Mayo	0,6	4,3	186,3	131,2	29,2	19,1	15,0
Junio							
Julio							

6. CONCLUSIONES

- Se siguió operando la red de estaciones y procesando la data recolectada organizando, validando y depurando los mismos.
- Se detectaron errores en algunos archivos por fallas técnicas en los equipos de registro. Dos estaciones fuera de servicio
- Se cuenta con boletines de precipitación diaria y mensual desde el año 2004.
- Se envía a diferentes instituciones reporte diario de precipitación con un pronóstico del tiempo atmosférico.
- Se analizó la variabilidad espacial de precipitación y se concluyó que llueve más en la parte alta de la cuenca en especial en San Francisco y Manzanares.
- En la cuenca se tiene en su parte alta un clima de montaña y en la parte baja un clima litoral

ANEXOS

Anexo 1

Boletines mensuales

1. De Julio a Diciembre del Año 2004
2. De Enero a Diciembre del año 2005
3. De Enero a Mayo del año 2006



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE MECÁNICA DE LOS FLUIDOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDROMETEOROLOGICA
PROYECTO PROCEDA

**CUENCA EXPERIMENTAL DEL RÍO SAN
JOSÉ DE GALIPÁN
INFORME FINAL DE LA CUARTA ETAPA
2007-2008**

Ing. Judith Fernández G.

Octubre 2008



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIRADOS.....	2
3. MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES.....	3
4. VARIACION TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS PRECIPITACIONES.....	5
5. CONCLUSIONES.....	9
ANEXOS.....	10

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe presenta las actividades realizada en la cuarta etapa del proyecto Cuenca Experimental del Ávila (PROCEDA) en la Cuenca del Río San José de Galipán y que corresponden al periodo Octubre de 2007 a Septiembre de 2008.

2. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS RECOPIRADOS

Se ha seguido depurando, validando y procesando los datos de las estaciones que han sido recabados y almacenados en el computador.

En la validación de los datos se ha revisado que los valores de los diferentes parámetros estuvieran dentro de los rangos establecidos, así como también la fecha de la adquisición de los datos estuviera correcta.

Una vez corregida la data, se ha procedido a los cálculos correspondientes a cada una de las variables para pasar luego a la elaboración de boletines mensuales. En esa etapa se han preparado 23 boletines que abarcan desde junio de 2006 hasta abril de 2008. En total se han elaborado 47 boletines mensuales durante todo el proyecto.

Los boletines se contienen las siguientes informaciones:

- Precipitación diaria y mensual y cual fue la máxima registrado en el mes y a que día correspondió.
- Número de días de lluvia.
- Lluvias máximas para 5, 10,15, 20, 30 minutos, 1,2, 3 horas.
- Histogramas de precipitación diaria donde se incluyen todas las estaciones.
- Tormentas ocurridas en la cuenca, tomando como referencia que en la mayoría de las estaciones se hayan registrado más de 20 mm de lluvia continua.
- Temperaturas máximas, mínimas y medias diaria y mensual.
- Dirección de viento prevaleciente, Velocidades del viento: máxima y media.
- Presión atmosférica máxima, mínima y media,
- Humedad relativa máxima, mínima y media.
- Radiación solar máxima, media y total diaria.

Debido a la extensión de los boletines, los mismos se encuentran en un anexo aparte

3. MANTENIMIENTO DE LAS ESTACIONES.

Lo ideal para el buen funcionamiento de una red hidrometeorológica es realizar labores de mantenimiento tanto preventivo como correctivo a fin de minimizar las pérdidas de datos por instrumentos dañados o descalibrados.

En las visitas a las estaciones se hace una revisión de los equipos, infraestructura y se descargan los datos contenidos en las tarjetas de memoria de los datalogger. También se realizan labores de limpieza general y desmalezamiento de las áreas de emplazamiento a fin de garantizar entre otras cosas la confiabilidad del dato, evitar el deterioro de los instrumentos por las condiciones ambientales a los que están expuestos.

Durante esta etapa del proyecto se ha venido cumpliendo con estas tareas en la medida de lo posible. En esta etapa se presentaron varios problemas que retrasaron las reparaciones sin embargo se ha logrado solventar y se tienen funcionando todas las estaciones pluviométricas y climatológicas, solo quedan fuera de servicio las hidrométricas que por falta de presupuesto no se han podido sustituir partes y/o comprar repuestos.

La estación Humboldt se le reparó la hélice del anemómetro de dañado por desgaste de los rodamientos y se reinstaló. El sensor de humedad se calibró. En Abril de 2008 se puso de nuevo en funcionamiento, la misma estaba fuera de servicio desde enero de 2007. Es importante indicar que la estación presenta una socavación en uno de los lados que ameritan reparación. Puede observarse en la siguiente foto el problema



Socavación

Foto 1. Socavación de la parte de atrás de la estación Humboldt

Se reubicó y se reactivó la estación Manzanares, colocando un nuevo pluviómetro en el techo y reubicando el gabinete en una pared exterior en la escuela. La estación comenzó de nuevo a funcionar el día el 18 de Julio de 2008. En la siguiente foto se observa la ubicación de la misma.



Gabinete

Pluviómetro

Foto 1. Reubicación de la estación en la escuela

Las estaciones Los Venados, San Francisco y Picacho Galipán presentan problemas con las comunicaciones.

La estación pluviométrica Macuto está en funcionamiento, se le retiró el radio modem que se dañó y descargó la batería por lo cual se perdieron algunos registros.

Entre los problemas presentados se pueden mencionar los siguientes:

- El vehículo sufrió desperfectos mecánicos y se tardó varios meses en la reparación del mismo, esto ha implicado que no se pudieran hacer las visitas con la frecuencia con que se venían realizando y por tanto no se pudiera dar el mantenimiento adecuado y oportuno a las estaciones.
- Otro problema son las fallas de comunicación que se han venido presentando tanto por vía radio como en telefonía celular, no pudiendo entonces interrogar las estaciones para recabar datos y/o detectar fallas en los sensores de manera remota.
- El sensor de nivel de ultrasonido de Macuto fue destruido en una acción vandálica. No se cuentan con recursos económicos para sustituirlo.
- En visita realizada el 02 mayo de 2008, el personal de Hidrocapital destacado en la zona cercana a la estación hidrométrica Macuto recomendó no acceder a la misma por problemas de inseguridad.

4. VARIACION TEMPORAL Y ESPACIAL DE LAS PRECIPITACIONES.

A fin de analizar la variación espacial de las lluvias se ha elaborado 11 mapas isoyéticos promedios mensual y uno anual los cuales indican como ha sido la distribución de la lluvia en la cuenca. No se hizo para el mes de marzo porque las lluvias en dicho mes son escasas. El periodo de registro escogido para este estudio fue de del año 2004 al año 2007.

Se utilizó el método de mínimos cuadrados para estimar los datos faltantes en aquellas estaciones que presentaron problemas.

A continuación se presenta la tabla de los datos promedios mensuales y anuales:

Tabla 1

Estación	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Humboldt	144.5	124.3	20.6	38.2	99.1	104.4	105.4	145.9	76.3	150.5	144.9	79.7	1233.6
San Isidro	111.9	121.3	20.9	40.6	137.8	119.9	109.0	175.4	131.9	182.4	115.7	99.2	1365.8
Manzanares	155.9	170.7	19.0	32.4	144.5	133.1	114.5	184.5	133.4	171.6	142.6	111.5	1513.7
San José	119.3	203.6	23.9	31.4	107.5	89.9	63.2	78.3	91.1	74.0	31.0	72.2	985.4

Macuto	114.0	188.3	4.1	23.2	86.5	30.9	35.0	62.2	47.9	108.4	58.8	77.8	837.0
San Francisco	176.4	159.3	26.1	39.6	114.9	145.8	120.4	170.8	132.3	157.9	133.8	107.2	1484.3
Los Venados	141.8	164.9	16.9	27.7	153.3	116.5	84.9	168.0	122.4	183.6	115.8	81.5	1377.2
Picacho Galipán	54.1	76.3	22.6	25.4	84.1	84.3	68.7	108.8	74.2	102.8	111.6	66.6	879.4

En general el mes de octubre se presenta como el más lluvioso, en tanto que marzo es un mes seco, además, la parte alta y más al este de la cuenca es donde más llueve.

Es importante conocer cuanto es, en promedio, lo que varía la precipitación a medida que se asciende en la cuenca. Por lo tanto se ha calculado el gradiente de precipitación de acuerdo a los datos anuales medidos y las cotas a las se encuentran las estaciones.

De la tabla 1 se observó que desde Macuto aumenta la precipitación hasta Manzanares a partir de la cual comienza a disminuir hasta Humboldt, en base a esto se calcularon dos curvas obteniéndose las siguientes ecuaciones:

De las estaciones Macuto a Manzanares se tiene:

$$y = -0.4735 \cdot X + 714.48, \text{ donde } X \text{ es la altura en m.s.n.m}$$

De Manzanares al Humboldt se tiene la ecuación

$$Y = -0.4435 \cdot X + 2207.4.$$

Quedando un gradiente aproximado de 44 mm por cada 100 m.

A continuación se presentan los gráficos 1 y 2

Gradiente de precipitación Macuto-Manzanares

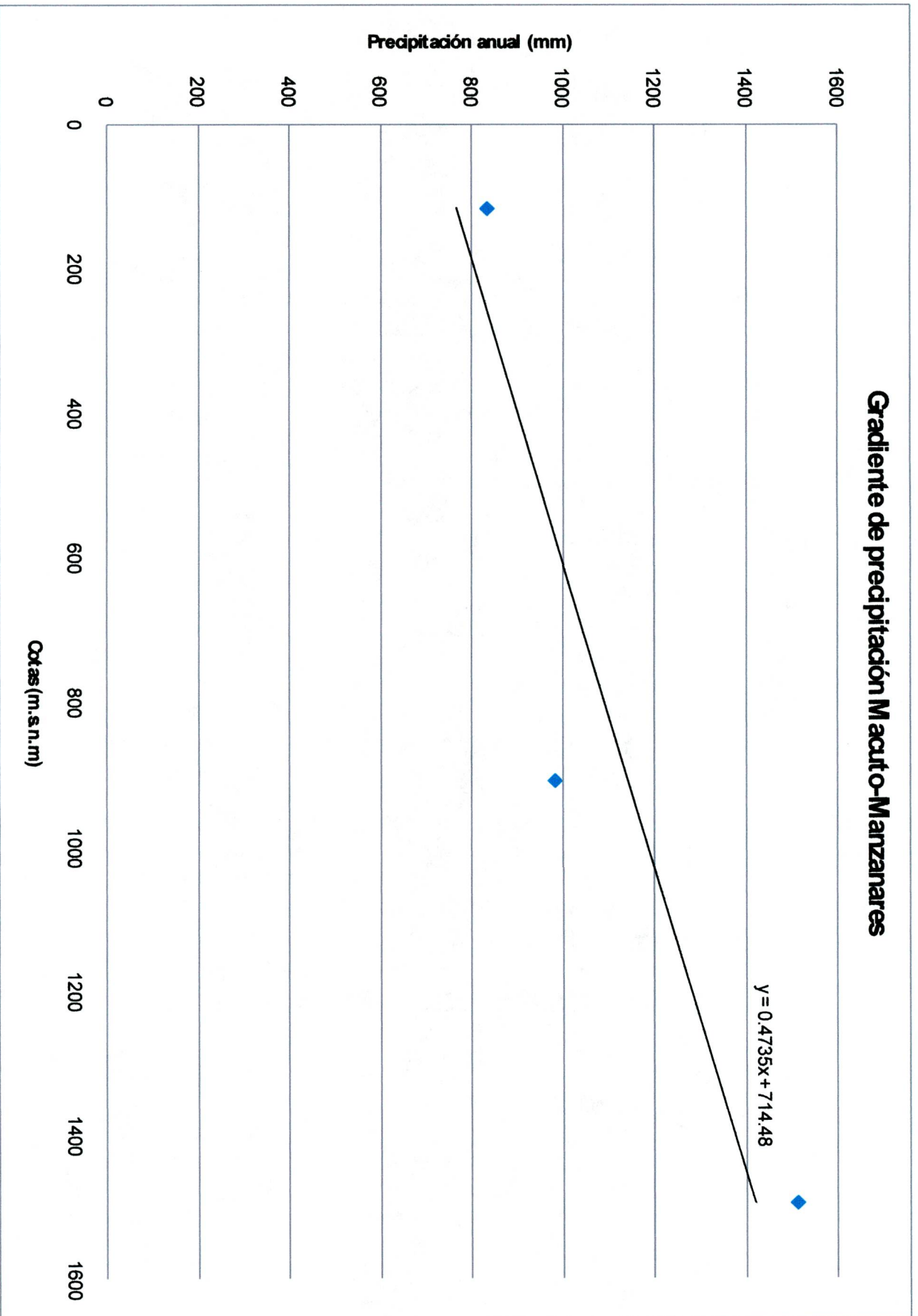


Grafico 1. Variación de la precipitación de Macuto a Manzanares

Gradiente precipitacion Humboldt - Manzanares

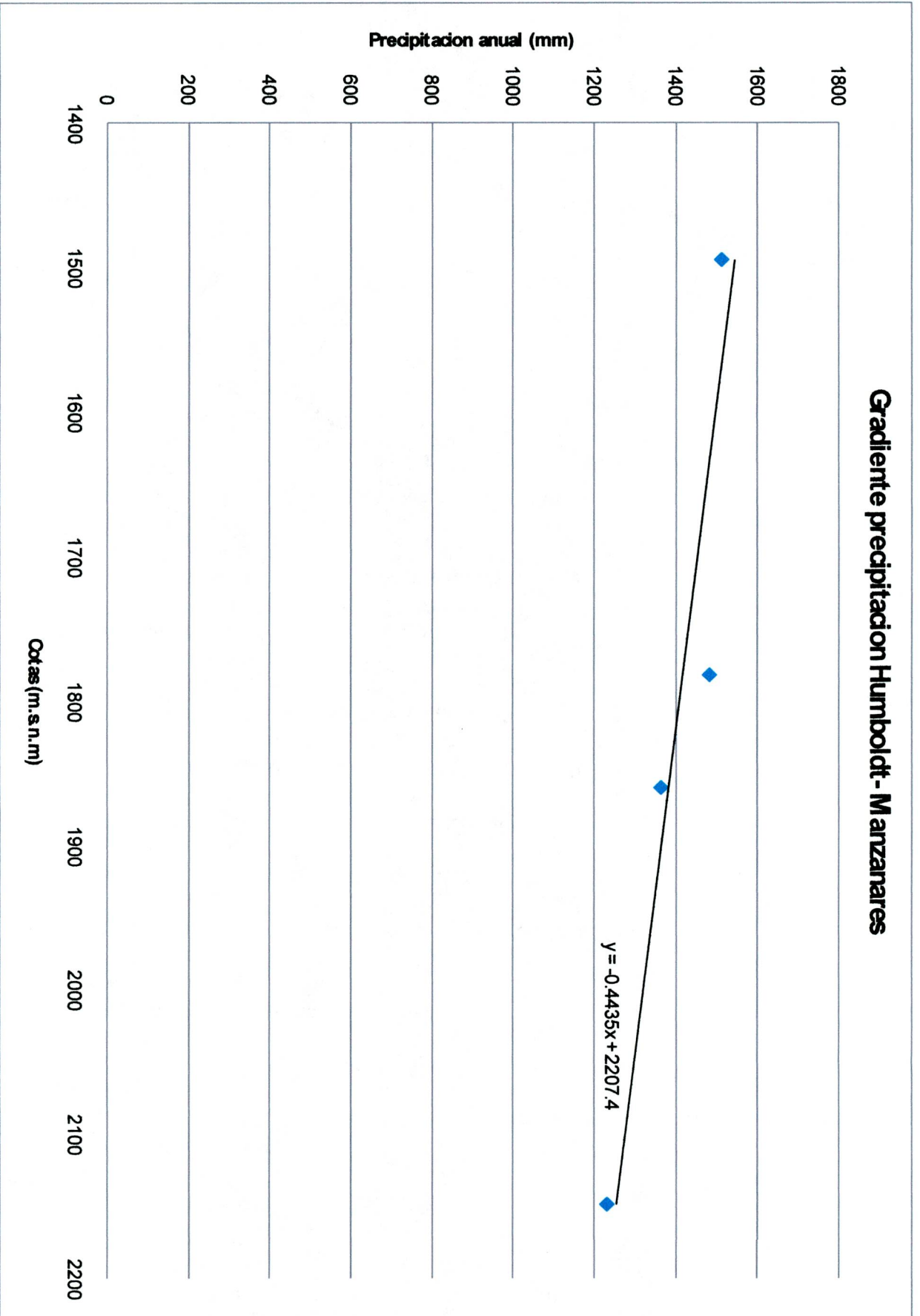


Grafico 2. Variación de la precipitación de Humboldt a Manzanares

5. CONCLUSIONES

- Se mantiene operando la red de estaciones y procesando la data recolectada organizando, validando y depurando los mismos.
- Se reactivaron las estaciones Humboldt y Manzanares.
- Se cuenta con 47 boletines de climatológicos mensuales.
- Es estaciones hidrométricas no están funcionando.
- Se analizó la variabilidad espacial de precipitación y se concluyó que llueve más en la parte alta de la cuenca en especial en San Francisco y Manzanares. De Macuto a Manzanares aumenta la precipitación 44 mm/100m y luego disminuye desde Manzanares a Humboldt

ANEXOS

* Instalacion .
* Requerim .
* Requis .
* Muestras .