

V SISTEMA DE ALERTA HIDROMETEOROLÓGICA DE MOTOZINTLA

5.1 Instrumentación

El Sistema de Alerta de Motozintla, Chiapas, se compone de 5 estaciones pluviométricas remotas y dos puestos centrales de registro (figura 5.1). Las estaciones están distribuidas para cubrir las cuencas del río Xelajú y de los arroyos Mina y Allende. Los dos puestos de registro se localizan, uno en la oficina de la tesorería en el Palacio Municipal, y el otro en el Observatorio Meteorológico de la CNA en Tapachula, Chiapas. En la tabla 5.1 se muestran los nombres y la ubicación de cada estación. Las 5 estaciones hasta ahora instaladas en Motozintla son exclusivamente para medición de precipitación e intensidad de lluvia.

Sólo se construyeron dos casetas de concreto para el resguardo del equipo de medición y comunicaciones de dos estaciones, ya que las otras tres se instalaron en dos escuelas y en el Palacio Municipal.

Para este sistema fue necesario emplear una sola repetidora en el cerro Mozotal, el punto más alto de la región, con objeto de establecer el enlace de comunicación entre los puestos de registro PCR-1 y PCR-2 en Motozintla y Tapachula, respectivamente. La caseta que aloja esta estación repetidora fue construida exclusivamente para este fin.

En las figuras 5.2 a 5.9 se presentan varias fotografías que muestran detalles de las instalaciones de los equipos.

En las figuras 5.10 a 5.14 se muestran fotografías de las instalaciones del Puesto Central de Registro PCR-1 en la oficina de la tesorería en el Palacio Municipal de Motozintla y de la estación repetidora en el cerro Mozotal. En la figura 5.15 se puede ver el equipo de cómputo y comunicaciones en el PCR-2 en el observatorio meteorológico de la CNA en Tapachula.

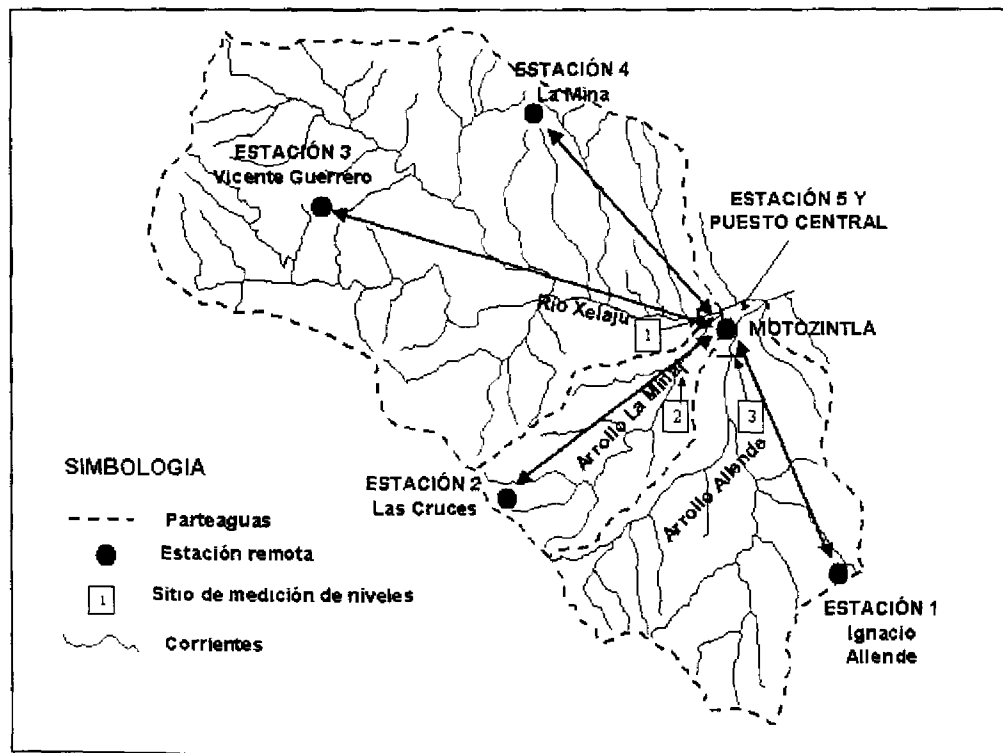


Figura 5.1 Localización de estaciones y topología del Sistema de Alerta Hidrometeorológica de Motozintla

Tabla 5.1 Estaciones del sistema de alerta hidrometeorológica de Motozintla

No.	Nombre de la Estación	Código de la Estación	Latitud norte	Longitud oeste	Observaciones
1	Ignacio Allende	IA-01	15° 19 621'	92° 13 971	En la escuela primaria "Ignacio Allende", en el Barrio del mismo nombre.
2	Las Cruces	CR-02	15° 20.272'	92° 16 491'	En la Esc., Telesecundaria No. 306, en el Barrio "Las Cruces"
3	Vicente Guerrero	VG-03	15° 23.096'	92° 18 462'	Caseta especial junto a la esc primaria "Juan N. Álvarez", en el Barrio "Vicente Guerrero".
4	La Mina	LM-04	15° 24.097'	92° 16 477'	Caseta especial junto a la escuela primaria "Revolución Mexicana", en el Barrio "La Mina"
5	Palacio Municipal (Puesto Central)	PM-05	15° 22 001'	92° 14 708'	En el Palacio Municipal de Motozintla. Aquí también se encuentra el Puesto Central de Registro PCR-1
6	Mozotal	MZ-06	15° 25 738'	92° 20.294'	Estación repetidora ubicada en el cerro "El Mozotal", permite enviar los datos de lluvia del sistema de Motozintla al sistema de Tapachula, Chiapas

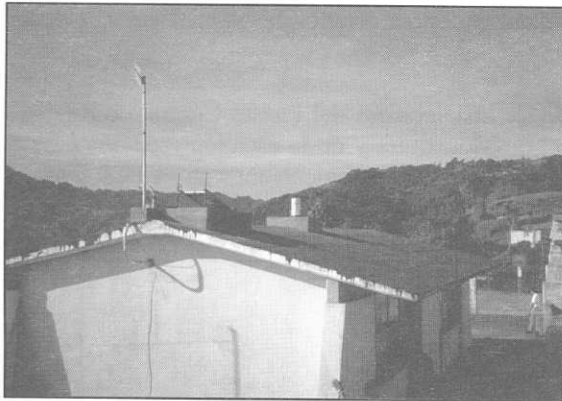


Figura 5.2 Pluviómetro, celda solar y antena de radio instalados en la azotea de un salón de clases, estación Ignacio Allende IA-01

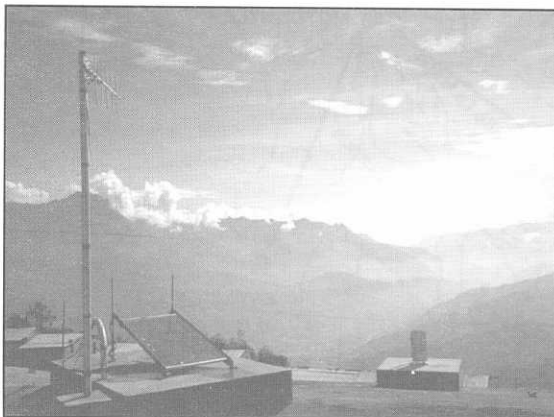


Figura 5.4 Pluviómetro, celda solar y antena de radio, estación Las Cruces, CR-02



Figura 5.3 Gabinete con el equipo de registro y comunicaciones dentro de un salón de clases, estación Ignacio Allende

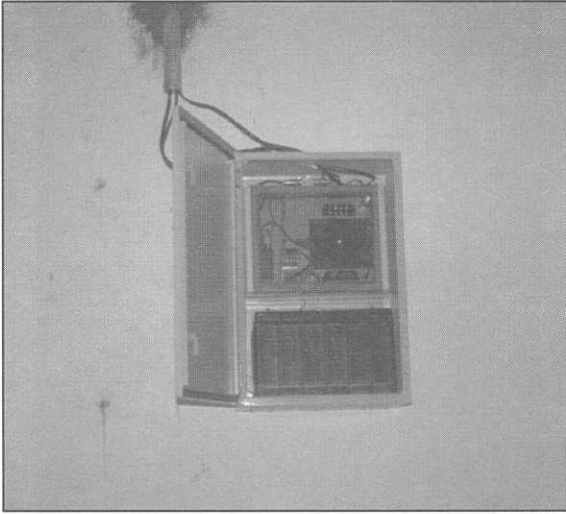


Figura 5.5 Vista interior del gabinete con los módulos de control y comunicación. Estación Las Cruces

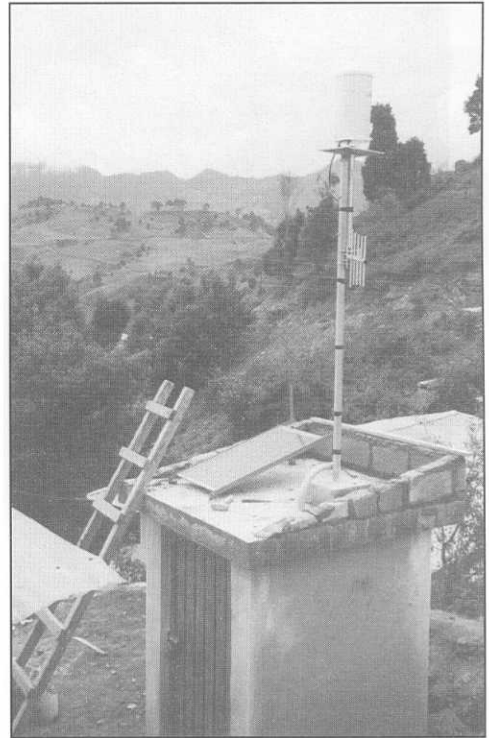


Figura 5.6 Vista de la caseta que contiene a la estación La Mina MI-04

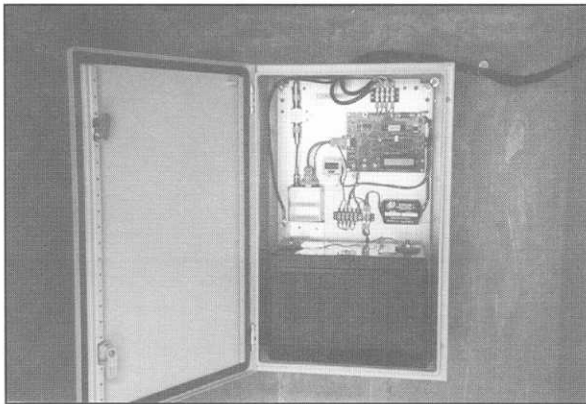


Figura 5.7 Gabinete con los equipos de control y comunicaciones, La Mina



Figura 5.8 Instalación de la estación Vicente Guerrero VG-03 en una caseta de concreto



Figura 5.9 Detalle del montaje del pluviómetro y la antena de radio sobre un poste



Figura 5.10 Palacio Municipal de Motozintla

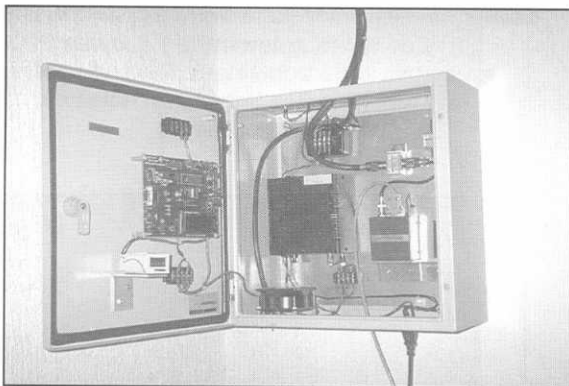


Figura 5.11 Palacio Municipal. Equipo de comunicaciones en el Puesto Central de Registro PCR-1 y estación Palacio Municipal PM-05



Figura 5.12 Vista de la estación repetidora en Mozotal

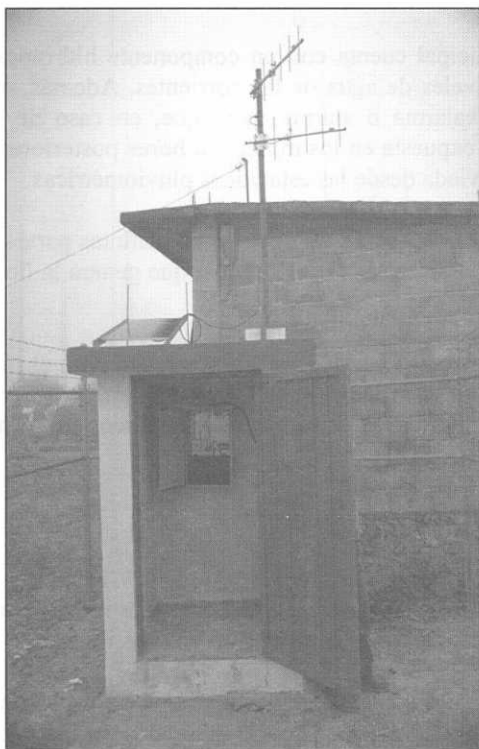


Figura 5.13 Estación repetidora Mozotal

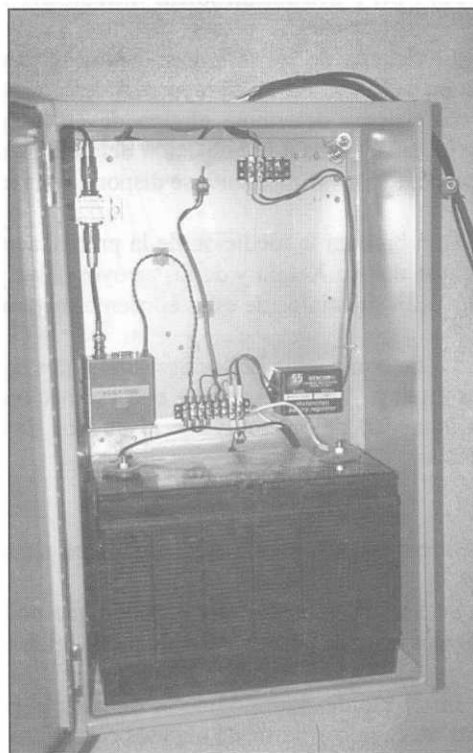


Figura 5.14 Vista del interior del gabinete de la estación repetidora Mozotal

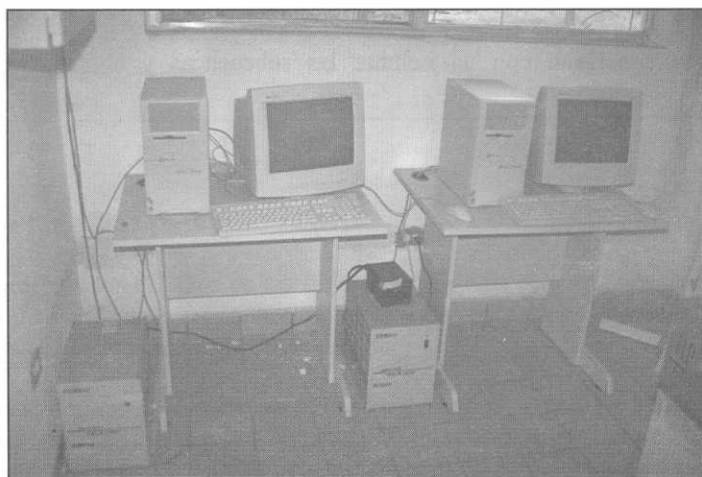


Figura 5.15 Puesto Central de Registro PCR-2 en el observatorio meteorológico de la CNA en Tapachula

5.2 Medición y procesamiento hidrológico

El sistema de alerta hidrometeorológica temprana municipal cuenta con un componente hidrológico basado en la medición en tiempo real de la precipitación y niveles de agua de las corrientes. Además, esta parte del sistema determina el tipo de aviso (preventivo, prealarma o alarma) para que, en caso de ser necesario, se advierta a la población del peligro a que quedará expuesta en los minutos u horas posteriores al tiempo actual. En ese momento se dispone de la información enviada desde las estaciones pluviométricas.

Con base en la medición de la precipitación acumulada en lapsos de 10 minutos en distintas partes de las cuencas del río Xelajú y de los arroyos Mina y Allende, se calculan los flujos de agua que genera la lluvia en cuatro sitios distintos de estas corrientes naturales.

La determinación de los escurrimientos se apoya en un estudio hidrológico que se realizó para el río y arroyos citados. Toma en cuenta una estimación de coeficientes de escurrimiento (que cambian de acuerdo con la humedad del suelo) y los resultados de aplicación de hidrogramas unitarios instantáneos de cuatro subcuencas.

5.2.1 Sitios para medir lluvia y niveles de agua en ríos

Se identificaron los sitios en los que podría haber mayores daños debido al desbordamiento del río Xelajú y los arroyos Mina y Allende para vigilar los gastos que presentan estas corrientes en esos lugares.

En el estudio hidrológico se emplearon planos de la zona a escala 1:50,000 y se precisaron algunos aspectos en campo a partir de algunos recorridos llevados a cabo en la cuenca del río de interés por parte del personal de Cenapred.

Se delimitaron las diferentes subcuencas y se estableció la manera en que se obtendría la precipitación media.

En la carta topográfica de la cuenca del río Xelajú y los arroyos Mina y Allende se dibujaron las 4 subcuencas (figura 5.16).

En la tabla 5.2 se consignan con un nombre las subcuencas y algunas de sus características fisiográficas.

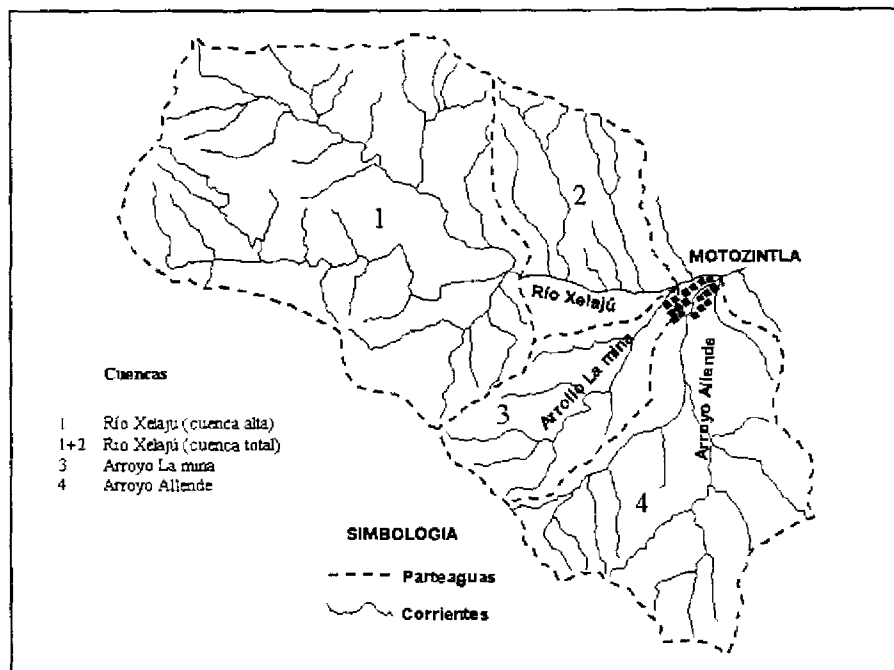


Figura 5.16 Subcuencas del río Xelajú y los arroyos Mina y Allende

Tabla 5.2 Subcuencas consideradas del río Xelajú y los arroyos Mina y Allende

No.	Cuenca	Área (km ²)	Cauce principal	
			Pendiente	Longitud (m)
1	Río Xelajú (Alta)	34.087	0.0984415	9000
2	Río Xelajú (Total)	44.237	0.07161219	12000
3	Arroyo La Mina	7.834	0.10380081	5800
4	Arroyo Allende	18.787	0.12836726	6200

5.2.1.1 Selección de los sitios para medir lluvia

Se determinó que para los cálculos de los flujos en el sistema de corrientes de la cuenca del río Xelajú y de los arroyos Mina y Allende eran suficientes 5 pluviómetros para medir la precipitación en distintos sitios y disponer de una adecuada estimación de la lluvia media.

Los 5 pluviómetros no están ubicados en sitios muy alejados entre sí para lograr cierta redundancia en algunas áreas, para que en caso de no recibir la información de alguno de ellos se haga una estimación de la precipitación media con las mediciones de aquellos instrumentos de los que sí se recibió información en el puesto central. Cabe mencionar que en Motozintla se pueden presentar fenómenos meteorológicos intensos, por lo que se prevé que no se capten los datos de alturas de lluvia en algunos de los 144 lapsos de 10 minutos que tiene un día.

La selección de los sitios para la instalación de los pluviómetros se realizó procurando tener una configuración uniforme, es decir, que cada uno de los instrumentos tuviera un área de cobertura parecida. Se fijaron sus coordenadas y se procedió a revisar su ubicación durante una visita en el campo.

Se tomó en cuenta que entre los sitios donde se ubicarían las estaciones de medición pluviométrica y el puesto de recepción de la información no existieran obstáculos para asegurar una buena comunicación vía radio y que hubiese protección contra daños por vandalismo. Se trató de ubicarlos en edificios públicos, como son escuelas o instalaciones relacionadas con la Comisión Nacional del Agua, lo más cercano posible a las coordenadas originalmente propuestas. En algunos casos no fue posible encontrar tales infraestructuras, y se construyeron casetas especiales para instalar estos instrumentos.

En la figura 5.17 se muestra la ubicación de los cinco pluviómetros de la red de medición y las subcuencas donde se localizan.

En la tabla 5.1 se consignan los sitios donde se instalaron los pluviómetros; cabe mencionar que ellos están colocados en estaciones remotas, por lo que en la tabla aparece el nombre de la estación con su código.

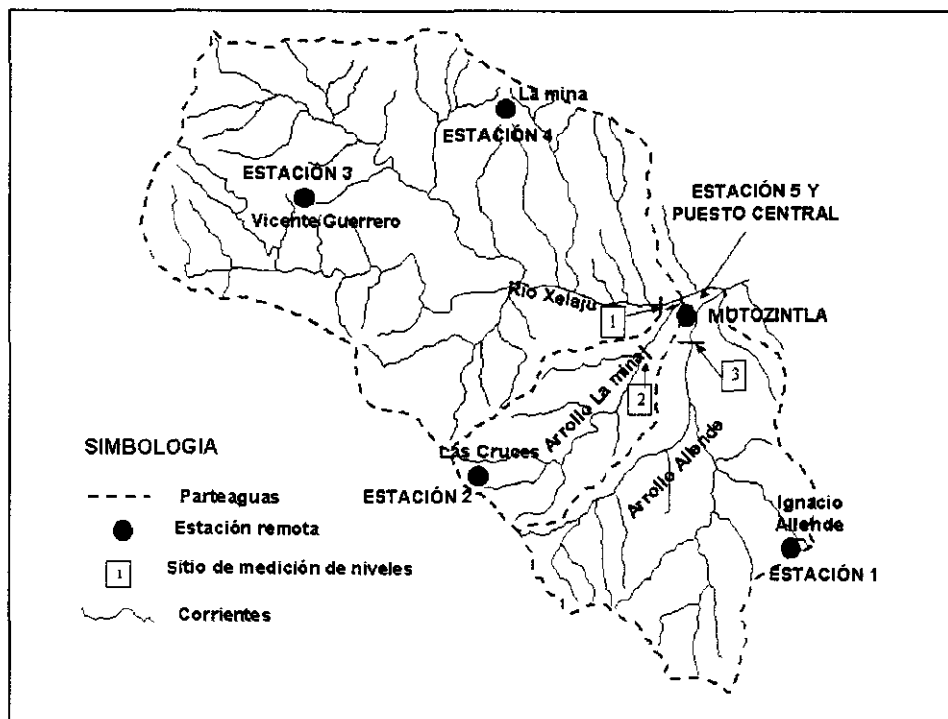


Figura 5.17 Ubicación de pluviómetros

5.2.1.2 Selección de los sitios para medir niveles

En la aplicación de los modelos matemáticos lluvia - escurrimiento se consideró un valor del coeficiente de escurrimiento. Este valor es modificado de acuerdo con las condiciones de humedad del suelo y la lluvia que se esté presentando. Sin embargo, para precisar su valor es conveniente medir el gasto en algunos sitios y asociarlo con la lluvia que se midió. Estas maniobras implican una instalación de aparatos para medir niveles de agua y a partir de ellas estimar su gasto asociado.

En cada una de los cauces del río Xelajú y de los arroyos Mina y Allende se escogió una sección, en la figura 5.17 se muestra la ubicación de éstas.

5.2.1.3 Determinación de los escurrimientos en las cuencas

Los flujos de agua que provoca la precipitación se estiman con un modelo lluvia-escurrimiento basado en hidrogramas unitarios instantáneos

Para el caso particular de Motozintla no se contó con los datos de la lluvia y los escurrimientos que genera, por lo que se obtuvieron hidrogramas unitarios sintéticos.

Los hidrogramas unitarios calculados para las 4 subcuencas en estudio se muestran en la figura 5.18. Con ellos y la lluvia medida en las estaciones pluviométricas remotas, se encuentra el escurrimiento directo que producirá cierto tiempo después, para comparar sus magnitudes con respecto a los valores (umbrales de gasto) que pueden producir desbordamientos del río Xelajú y de los arroyos Mina y Allende.

5.2.1.4 Aplicación del hidrograma unitario adimensional

Para definir los hidrogramas unitarios adimensionales fue necesario obtener algunas de las características fisiográficas de las cuencas en estudio. Por lo que en un plano de INEGI a escala 1:50,000 se identificó y trazó el parteaguas de las cuencas y se obtuvieron las características fisiográficas que se muestran en la tabla 5.3.

Con estas características y considerando que la duración de la lluvia en exceso es de 10 minutos, se calcularon los hidrogramas de las cuencas en estudio, tales hidrogramas se muestran en la figura 5.18.

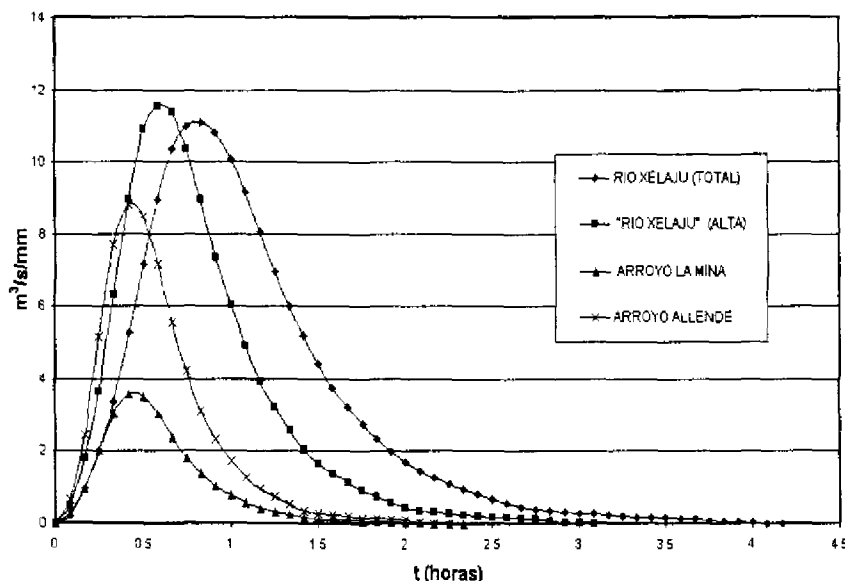


Figura 5.18 Hidrogramas Unitarios Instantáneos (Adimensional)

Tabla 5.3 Características fisiográficas de las cuencas

Cuenca	Área (km ²)	Cauce principal	
		Pendiente	Longitud (m)
Río Xelajú (Alta)	34.087	0.0984415	9000
Río Xelajú (Total)	44.237	0.07161219	12000
Arroyo La Mina	7.834	0.10380081	5800
Arroyo Allende	18.787	0.12836726	6200

5.2.1.5 Cálculo del escurrimiento

Para calcular el escurrimiento directo, (el que produce la lluvia) de cada una de las subcuencas en estudio a partir de los datos de una tormenta, es necesario determinar su precipitación media. La precipitación media se obtiene a partir de las láminas de lluvia acumulada en 10 minutos de aquellas estaciones cercanas o dentro de la subcuenca. Para ello se aplicó el método de Thiessen. Este procedimiento consiste en obtener un promedio ponderado de las alturas de precipitación media, donde cada "factor de peso" es igual al cociente entre el área dominada (con base en cercanía de un punto la subcuenca a cada uno de los pluviómetros) por la estación pluviométrica y el área total de la subcuenca. En este sistema de alerta se determinaron varias tablas con valores de estos factores para considerar que la información de una o más estaciones pluviométricas no sean recibidas en el puesto central.

Con los factores de peso para cada estación y los datos de lluvia de éstas se forman los hietogramas de lluvias medias de cada subcuenca. Con la altura media de cada subcuenca se obtiene el hidrograma del escurrimiento directo que produce y se agregan los gastos calculados en los lapsos de 10 minutos anteriores.

Como la información de la precipitación en las estación es enviada a cada diez minutos se pueden calcular los escurrimientos en el tiempo actual y en los tiempos posteriores que considera su hidrograma unitario instantáneo. Este subsistema considera que la altura media de precipitación puede obtenerse con adecuada precisión aún en el caso que no se reciba en el puesto central la información de cuatro estaciones. En caso de que en cualquiera de los siguientes 3 intervalos de tiempo de 10 minutos sí se reciba la información, se corregirían los valores calculados de escurrimiento. Cuando fallen simultáneamente más de cuatro estaciones se realiza una estimación de la lluvia media menos exacta, pero no se suspende el cálculo de los flujos de agua.

5.3 Resultados

El Sistema de Alerta Hidrometeorológica entró en operación, en su primera fase, en agosto de 1999. Con este sistema se han registrado lluvias importantes durante el tiempo que ha estado funcionando.

Los pluviómetros se instalaron en lugares convenientes para medir la precipitación media en cada una de las 4 subcuencas. Después, mediante un modelo lluvia – escurrimiento se estiman los escurrimientos de cada subcuenca; previamente se calcula la precipitación media en la subcuenca a partir de las precipitaciones puntuales de las estaciones. De esta manera el programa de la computadora de Hidráulica registra diariamente ambas variables en un archivo. A continuación se muestran algunos ejemplos de lluvias registradas por el sistema y los escurrimientos asociados a ellas.

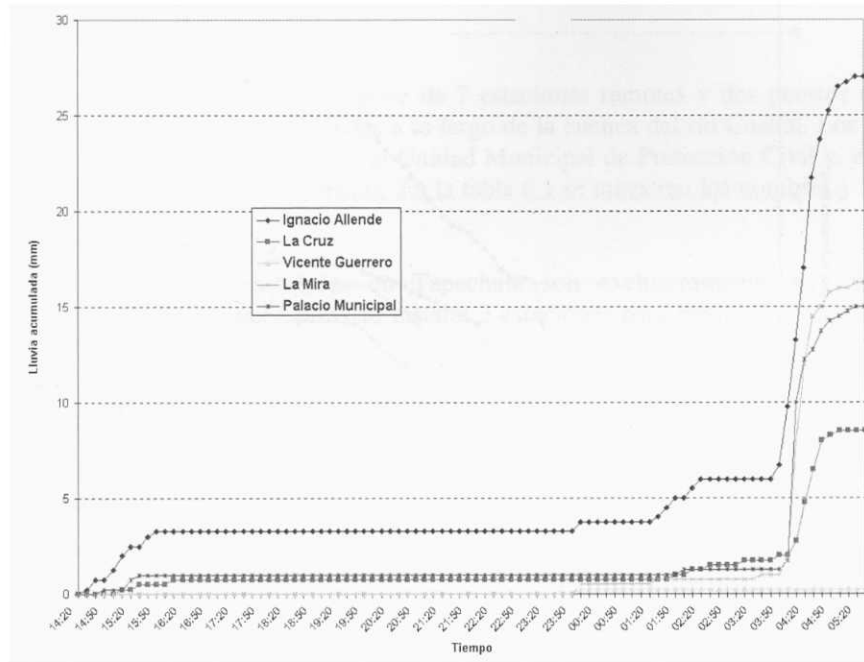


Figura 5.19 Lluvia registrada los días 10 y 11 de agosto de 1999

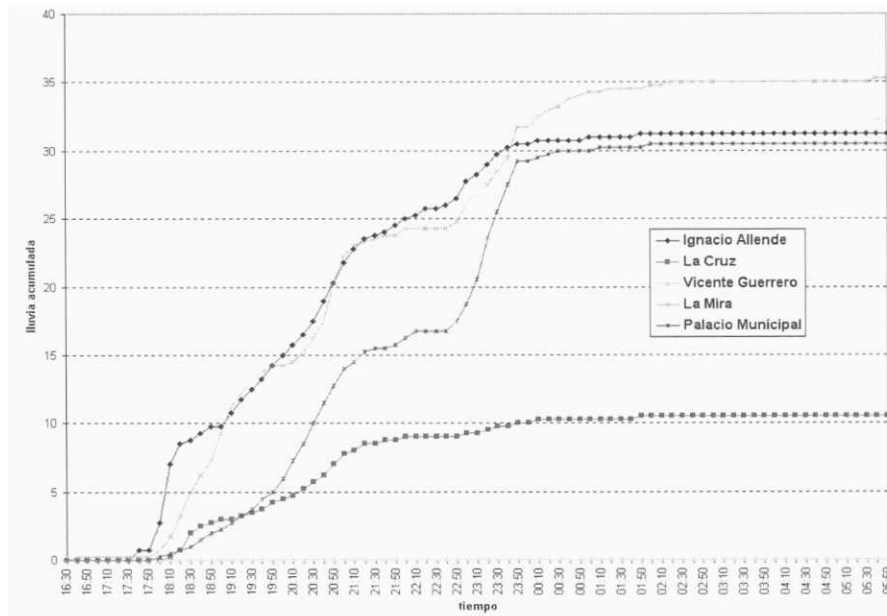


Figura 5.20 Lluvia registrada los días 11 y 12 de agosto de 1999

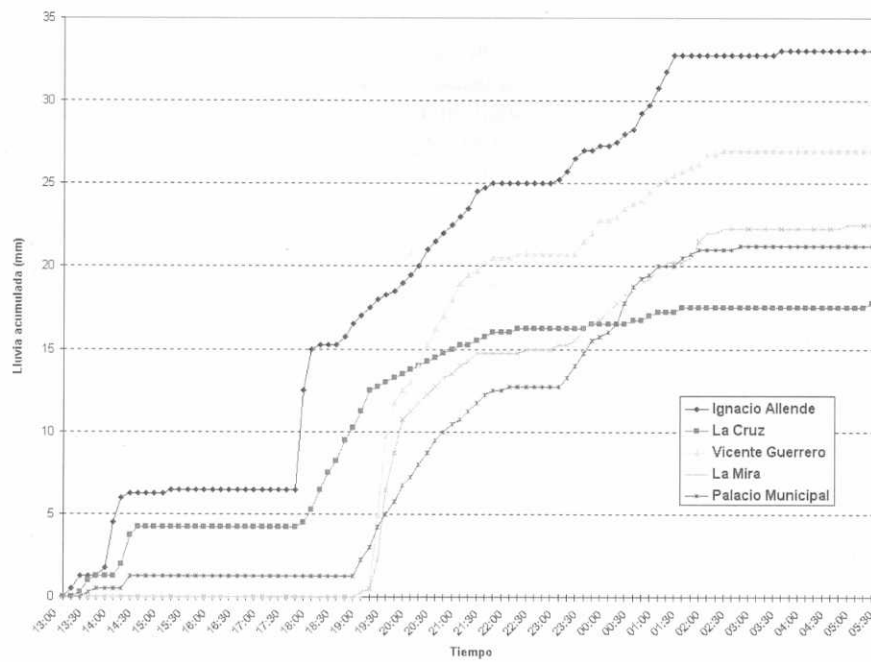


Figura 5.21 Lluvia registrada los días 16 y 17 de agosto de 1999