

## **8. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.**

### **8.1 Factores del clima en la zona.**

Según la Organización Meteorológica Mundial - OMM, el “clima” de un sitio es el conjunto de valores medios, varianzas y covarianzas (incluso momentos estadísticos de orden superior) de los parámetros meteorológicos (como precipitación, temperatura, radiación solar, ocurrencia de vendaval) observados y/o medidos, registrados, validados y procesados, en forma continua, sistemática y estandarizada durante un período del orden de los 30 años. En general el clima de un sitio es consecuencia de varios factores, siendo latitud, topografía, y cercanía a océanos o grandes lagos, los más conocidos y referidos en los estudios pertinentes.

La cuenca del Río Atrato está comprendida entre los paralelos 05° y 09° N, y los meridianos 76° y 78° W, en el extremo NW de Colombia y de Suramérica en lo que se llama hoy la Provincia Biogeográfica del Chocó. El río Atrato nace en los páramos del municipio de Carmen de Atrato en la Cordillera Occidental; fluye inicialmente hacia el Sur hasta encontrar el río Andágueda, y después de recibir al río Quito tuerce hacia el Norte para finalmente desembocar en el Golfo de Urabá; por tanto recoge las aguas de una cuenca limitada al Oriente por la Cordillera Occidental, al Occidente por la Serranía del Baudó, y al Sur por el istmo de Itsmina, que no supera los 150 msnm pero es suficiente para separarla de la cuenca del río San Juan.

Por lo tanto, todos los más importantes factores de clima se conjugan en la cuenca del Atrato, la cual, además de estar en la zona ecuatorial y tener relieve de alguna importancia, está sometida a las influencias directas de los océanos Atlántico y Pacífico. En el Atlántico los vientos dominantes son de componente del Este, los conocidos vientos alisios empujados por el anticiclón permanente del Atlántico

Norte; en general estos son vientos relativamente secos, cálidos, y bastante estables en capas bajas de la atmósfera (aunque a veces llegan a estar asociados a perturbaciones viajeras como huracanes u ondas del Este). Pero en el Pacífico, de temperaturas mucho menores, la compleja interacción de valle-montaña-mar produce vientos persistentes de componente dominante del W y condicionalmente inestables (es decir, relativamente fríos en capas bajas pero muy húmedos). Todos estos vientos, encajonados unos por la cuenca del Atrato y los otros por la cuenca del San Juan, muy a menudo convergen masivamente en las partes altas de estas cuencas (Quibdó, Lloró, Tadó), produciendo una gran zona de bajas presiones atmosféricas cuasipermanentes con abundante nubosidad y lluvias en las partes sur y central del Chocó y hasta el sur de Panamá. Una situación típica de condiciones diurnas se muestra en la [Figura 8.1](#), donde se observa la masa de nubes centrada sobre el Océano Pacífico (por la noche la tendencia de la nubosidad es de moverse hacia el Este sobre el área continental generando lluvias muy intensas).

Este esquema general de “condiciones medias” de la circulación atmosférica local sufre modificaciones importantes cuando se presentan anomalías climáticas de escala planetaria como en el Fenómeno de El Niño, debido al trastorno de los patrones regulares del clima en cada sitio durante meses o años consecutivos. Hoy se estudian muy especialmente en la zona tropical las anomalías, o desviaciones a largo y medio plazo, de esas condiciones medias, no sólo de la atmósfera sino también del océano; estas anomalías suelen estar asociadas a grandes pérdidas, tanto en vidas humanas como económicas en muchos sitios del mundo. La desertización, o crecimiento de las zonas áridas por combinación de causas naturales y antropogénicas, parece estar relacionada con eventos como El Niño y agravada por la acción humana (deforestación, mal uso de los suelos, riesgos antitécnicos, urbanismo incontrolado).

## **8.2 Sobre los datos hidrometeorológicos.**

Varios estudios incluyen intentos de descripciones, más o menos completas, sobre el clima de la zona de trabajo (HIMAT,1989, ver mapas en el Anexo 9: A9.4, *Modelo de Lluvias* y A9.5, *Lluvias reclasificadas*), (Trojer,1959), (Eslava,1994), y otros; aunque a diferentes escalas, pueden ser usados como base para este proyecto.

Debe advertirse aquí sobre la incertidumbre acerca de la precisión (aunque no de la validez general) de las conclusiones de cualquier estudio sobre el clima del Chocó. Como consecuencia de las difíciles condiciones climáticas, la zona tiene una población humana muy reducida, pero sobre todo muy irregularmente distribuída en el territorio. Por la misma razón, también son escasos los recursos y las posibilidades para que la población tenga acceso a educación y salud, lo cual incide en bajos niveles sanitario y de escolaridad; buena parte de la población tiene poco o ningún contacto con los centros urbanos importantes, y su actividad económica es mayormente de subsistencia. Este ha sido un factor que ha dificultado la adquisición de información técnica relativa a la zona en muchos aspectos, pero particularmente la meteorología y la hidrología, disciplinas que requieren información in-situ continua y sistemática durante varios años.

La distribución de observatorios meteorológicos en la zona es muy irregular (por ejemplo son muy pocos los observatorios que se encuentran en la Serranía del Baudó y en la margen izquierda del Atrato Medio); pero también existen dudas razonables e históricas sobre la calidad de los datos, algunos de los cuales exhiben variaciones espaciales muy bruscas especialmente en precipitación. Además, los valores que se pueden deducir de los mapas de isoyetas de los diversos estudios no son consistentes pues las diferencias en algunos sitios superan ampliamente los 1000 mm/año. En particular, (Eslava, 1994) no incluye datos de estaciones como Bahía Málaga (CVC, Sistema de información hidroclimatológica) y Bajo Calima, cuya inclusión en su trabajo habría cambiado

apreciablemente la forma de las isoyetas en el Medio Atrato, así como tampoco cubre toda la cuenca del Alto Atrato en el departamento de Antioquia.

Más escasos aún, sobre todo debido al requerimiento de instrumental costoso y delicado, son los datos de otros parámetros meteorológicos como temperatura, humedad relativa y radiación solar, aunque sus bajas variabilidades estacionales e interanuales permiten una apreciación general de las condiciones. Además, el viento y los fenómenos meteorológicos significativos (tormenta, rayo, granizo, niebla, vendaval) sólo son observados sistemáticamente en los aeropuertos del Chocó (Quibdó, Apartadó en el Golfo de Urabá, y Condoto en el Medio San Juan), pero hasta ahora no se conocen estadísticas al respecto.

La información hidrológica también es muy deficiente e incompleta. Según el IDEAM (Catálogo de estaciones hidrometeorológicas, [Figuras 8.3](#) y [8.4](#)), existen estaciones hidrométricas que miden niveles en los ríos más importantes (Atrato, Quito, Andágueda, Riosucio); en teoría, esto debería servir para obtener las respectivas series de tiempo de caudales, pero en la práctica las curvas de calibración nivel-caudal que se usan para ello a menudo no son utilizables porque los cauces varían muy rápido, mientras que las visitas de los técnicos en esta zona son más espaciadas que en el resto del país. Por esta razón, varios estudios que han necesitado información hidrológica de la zona han tenido que tomar sus propias muestras de datos, no continuas ni con suficiente tiempo, y dejando así una gran incertidumbre sobre la validez y representatividad de los correspondientes resultados. La mejor información disponible para el río Atrato corresponde a las mediciones de niveles y profundidad realizadas en los periodos julio 17 a agosto 7 de 1989, en aguas bajas, y entre el 6 y el 18 de diciembre de 1988, aguas altas. Esta información, tomada de Universidad del Valle para MOPT, vol 9 (1989), se representa en la [Figura 8.2](#), el Perfil Longitudinal del río Atrato. En ella destacan tres aspectos de las condiciones y dinámica del río: uno, la sedimentación y colmatación del cauce, que ocurre preferencialmente en cercanías de la desembocadura de afluentes y que implica operaciones de dragado para la

navegabilidad del río; dos, variaciones en la profundidad del cauce, en el periodo entre diciembre de 1988 y julio-agosto de 1989, con valores que en algunos sitios superan los 10 metros (San José de La Calle y unión de los brazos Murindó y Montaña), hecho que refuerza la necesidad de monitorear, de manera periódica y en los mismos sitios, las condiciones del cauce, y, tres, un perfil anómalo, negativo o adverso, entre la latitud de Riosucio y la desembocadura en el Golfo de Urabá.

Finalmente, no existen datos de niveles/caudales de muchos ríos secundarios y quebradas, algunas de las cuales sólo han figurado en los mapas hasta ahora con el radar. Por tanto, se ignora la potencialidad de desastres de origen hidrometeorológico en buena parte de la superficie y sólo se dispone de información empírica de los pobladores, capaces de reconocer si las crecientes del Atrato se deben a uno o varios, y a cuales, de los tributarios en la región.

En las [Figuras 8.3](#) y [8.4](#) se representan las estaciones meteorológicas e hidrológicas, según el catálogo disponible del IDEAM (INTERNET, <http://ideam.gov.co>). Esta entidad está prestando el servicio de información ambiental, actualizada periódicamente, por lo que desde la región, y en la medida en que se disponga de comunicaciones y de acceso a Internet, se podrá acceder a la misma. Ejemplos de este tipo de información son la curva de variación diaria de caudales en agosto y septiembre y de variación mensual multianual de caudales en Quibdó (Fig. 8.5), que no muestran un comportamiento anómalo, aunque los caudales en 1997 han estado, por lo general, por debajo del promedio multianual. A su vez, en la [Figura 8.6](#) se muestran los caudales para la serie de tiempo 1965 – 1994 y la serie de 1995 y los valores medios multianuales. Los valores de caudales corresponden con los de precipitación mensual, con los menores en el periodo menos lluvioso, entre enero y marzo de cada año. Con la información disponible no es posible ofrecer una interpretación de la prolongada inundación, de cerca de dos años entre 1994 y 1996, en la región y, especialmente, en el Nuevo Murindó.

### **8.3 Comentarios sobre el clima de la zona**

A pesar de la incertidumbre sobre la calidad de la información base, es indudable que el clima del Atrato Medio se caracteriza por lluvias abundantes durante todo el año, altas temperaturas y humedades relativas, parámetros todos que, sin embargo, tienen sus propias distribuciones espaciales en la zona, lo mismo que alguna pequeña estacionalidad local anual, pero importantes diferencias entre día y noche.

En cuanto a la precipitación, esta es una de las zonas más lluviosas del mundo (por lo menos del orden de los 10 metros por año en algunos sitios puntuales); incluso, las propias condiciones socioeconómicas locales son un reflejo de ello. Los máximos promedios anuales parecen ocurrir entre los alrededores de Quibdó y la desembocadura del San Juan, mientras que hacia el Norte y en las montañas de Antioquia las cantidades de lluvia disminuyen. Y la temporada menos lluviosa se espera entre enero y marzo, siendo mucho más notoria al Norte de la zona. Las lluvias más intensas ocurren de preferencia por las noches, por lo que los niveles de los ríos suelen tener bruscas fluctuaciones; y el número de días con lluvia supera los 200 por año en las vertientes, y los 300 en el valle del Atrato. En esto coinciden en general los estudios respectivos ya citados, y se confirma con los análisis de los datos actualizados de lluvias, número de días con lluvia y lluvia máxima en 24 horas, de tres localidades representativas de la zona (Carmen de Atrato, Aeropuerto El Caraño y Sautatá) y de caudales en el río Atrato en Quibdó (Bellavista). (Anexo 7.1)

Como aporte a una mejor comprensión de las características climáticas de la zona en el medio y largo plazo, en este trabajo particular se indaga (aunque sólo gráficamente) sobre eventuales relaciones entre las condiciones locales con las condiciones de escala planetaria; es decir, se trata de empezar a investigar si las temporadas de lluvias excesivas o deficitarias en el Atrato pudieran estar condicionadas por las variaciones del estado de la atmósfera a muchos kilómetros de distancia (teleconexiones). Como indicadores de las condiciones planetarias se

usaron las series de valores mensuales de cuatro indicadores atmosféricos usualmente asociados al fenómeno de El Niño: las presiones atmosféricas al nivel del mar en Darwin, Isla de Pascua, y Tahiti, lo mismo que el SOI (Southern Oscillation Index, definido como anomalías estandarizadas de las diferencias entre anomalías estandarizadas de presiones atmosféricas al nivel del mar en Tahiti y Darwin), series obtenidas via INTERNET en <http://nic.fb4.noaa.gov>; y como indicadores de las condiciones locales se utilizaron las series de lluvias acumuladas de tres estaciones distribuidas en la zona (Carmen de Atrato, Aeropuerto El Caraño y Sautatá) y de caudales medios en el río Atrato a la altura de Quibdó (Bellavista). De todas estas series se calcularon las medias móviles a cinco meses de anomalías estandarizadas, y con éstas se elaboraron las gráficas comparativas entre cada indicador atmosférico y las lluvias o caudales locales. (Anexo 7.2)

En las gráficas respectivas es visualmente notoria la correspondencia, aún en valores absolutos, entre las anomalías de los indicadores atmosféricos (en particular el SOI) y las de las lluvias y los caudales en el Atrato Medio en buena parte de las series históricas; pero también es fácil observar que en ciertas temporadas (como 1992-1995), esa correspondencia se invierte y cada curva parece ser el espejo de la otra respecto al eje horizontal; lo anterior es especialmente sugestivo cuando se comparan los datos de caudales de Bellavista con los valores del SOI. Esto parece implicar que el comportamiento de los caudales en el Atrato depende además de alguna otra variable, que aquí actúa como binaria (si/no), por lo cual no debería esperarse una relación directa entre las condiciones de Niño y la ocurrencia de sequía o lluvias en la zona; pero también se insinúa que no existe retardo entre las variaciones planetarias y las locales, sino más bien parece que estas ocurrieran simultáneamente de modo que no se hace viable una predicción operativa útil.

El déficit de estaciones hidrometeorológicas debe ser subsanado en la región como condición, en el mediano y largo plazo, para realizar estudios específicos del

régimen climático e hidráulico. Las principales zonas con déficit de estaciones son la Serranía del Baudó, las cuencas medias y bajas de los tributarios y las vertientes de la Cordillera Occidental. Esto implica, como propuesta, ampliar la red de estaciones pluviométricas por lo menos al doble de las existentes (Fig. 8.3) y dotar a cada tributario de, por lo menos, dos estaciones hidrológicas, una en el piedemonte de la Cordillera Occidental y otra en cercanías de la desembocadura. El proyecto de ampliación y operación de la red hidrometeorológica del Atrato Medio podrá considerar, además, la vinculación de la cuenca a la red de alertas hidrometeorológicas que opera el IDEAM.

Figuras adicionales consideradas en este capítulo:

Mapa No. 4, Anexo 9, Modelo de lluvias (Himat, 1989).

Mapa No. 5, Anexo 9, Lluvias reclasificadas.



**Figura 8.1 Imagen meteorológica, típica de la zona de baja presión del Pacífico (NOAA, 1997)**

**Figura 8.2 Perfil longitudinal del río Atrato**

**Figura 8.3 Mapa de estaciones meteorológicas de la región (IDEAM, 1997)**

**Figura 8.4 Mapa de estaciones hidrológicas de la región (IDEAM, 1997)**

**Figura 8.5 Variación diaria (ago. - sep.) y variación mensual multianual del río Atrato en Quibdó (IDEAM, 1997)**

**Figura 8.6 Variación media mensual y media multianual de caudales del río Atrato en Bojayá (IDEAM, 1997)**