

Precipitación Acumulada en Períodos Móviles - MovN -

Por: *Lic. Liliana Núñez*

Introducción

Los procesos temporales, sean de la índole que sean, están regidos por leyes que rara vez presentan ciclos estrictos.

Los procesos que afectan al tiempo y al clima son tanto exógenos como endógenos. Numerosos procesos externos a la Tierra, debidos a la interacción entre todos los cuerpos del sistema solar, como los cambios en la atracción gravitacional entre todos los cuerpos del mismo sistema, cambios en las distancias orbitales, cambios en las tasas de rotación de los planetas alrededor del Sol, cambios en la velocidad de rotación de estos cuerpos alrededor de sus ejes de rotación, cambios en la actividad solar, en las manchas solares, en la radiación solar al tope de la atmósfera, en el viento Solar y en los rayos cósmicos, afectan al tiempo y al clima del planeta con procesos en escalas de tiempo que van desde segundos hasta millones de años. Lo mismo ocurre con los numerosos procesos endógenos en los que interviene la estructura interna de la Tierra, de su superficie y de su atmósfera.

Los procesos que afectan al tiempo y al clima, y estos mismos, no coinciden con el ciclo calendario ni, por ejemplo, con los ciclos de vida de los cultivos. En particular los ciclos de las variables meteorológicas, como la precipitación, no coinciden rigurosamente con los períodos calendario.

A pesar de esto, en la mayoría de las ramas de las ciencias se los estudia a partir de períodos de 1, 10 y 30 años, 1, 2, 3, 6, 9, 12 meses, y a los meses se les da la longitud calendario, una longitud variable que frecuentemente no tiene que ver con los procesos que se están estudiando.

En particular, en el Servicio Meteorológico Nacional, en consonancia con la Organización Meteorológica Mundial (OMM), con el fin de brindar información al usuario, al finalizar cada década y mensualmente, finalizado el mes calendario, se realiza una síntesis de las principales variables meteorológicas. En el caso de la precipitación, la información que se

brinda es el total acumulado a lo largo de esa década o mes, cuán anómala fue la precipitación registrada en ese período en comparación con su valor normal, su promedio del período 1961-1990. Debido a que la precipitación es una variable dicotómica (llueve/no llueve), brinda también otro tipo de información, la cantidad de días sin lluvia y la cantidad de días que llovió en esa década o mes. Sin embargo, si bien esta información es complementaria no es suficiente a la hora de tomar una decisión.

Aunque se sabe que las décadas y los meses tienen distinta longitud, no siempre cuando se compara el valor de una variable acumulada en décadas y meses de distinta longitud se tiene en cuenta esta diferencia. Esta “sutil” diferencia puede llevar a los usuarios y/o los tomadores de decisiones, a conclusiones erróneas, debidas solamente a la distinta longitud de las décadas y los meses. Los casos extremos se dan al comparar la tercera década de febrero (8 días), con la segunda de ese mismo mes (10 días, década que la precede) y la primera de marzo (10 días, década que le sigue) y el mes de febrero (28 días) con enero (31 días, mes que lo precede), y con marzo (31 días, mes que le sigue).

La información decádica y mensual no es suficiente para algunos usos, debido a que no se indica cómo fue el comportamiento de la precipitación a lo largo de esos períodos.

Por otro lado, las estadísticas y boletines en base a datos mensuales no llegan a satisfacer las necesidades de los usuarios de esta información. Por ejemplo, los ciclos de vida de los cultivos no coinciden con los meses calendarios, el periodo de siembra puede extenderse a lo largo de varias semanas que normalmente no coinciden con los límites de los meses. La cantidad de agua caída, informada a partir de datos mensuales, muchas veces puede no explicar la inundación registrada, el alud, la falta de agua con la consecuente pérdida de cosechas, la inactividad de motores en represas hidroeléctricas, etc.

Aquí se presenta una metodología que tiende a solucionar la problemática de la distinta longitud de las décadas y meses, del día de comienzo de los mismos y el hecho de ignorar cómo se distribuye la precipitación a lo largo de ellos.

Planteo del primer problema: distinta longitud de los meses

Para la mayoría de las actividades dependientes del agua, es importante y necesario conocer cuál ha sido la precipitación a lo largo de una cierta cantidad de días (N días) y la distribución de la misma. Esta cantidad de N de días dependerá de la actividad (agropecuaria / hídrica, etc.) que desarrollan los tomadores de decisiones a quienes se brinda la información. Si es la agropecuaria podrá depender del cultivo y por ende del período fenológico en el cual se encuentra.

Para analizar esta problemática se recurrirá a un ejemplo extremo o atípico de información mensual, información que normalmente se brinda a los tomadores de decisiones, haciendo hincapié en la información que recibe el usuario.

La información mensual que se analizará es la resultante de la precipitación registrada a lo largo de 153 días. En este período, solamente llovió en los días 62, 63 y 123, siendo la precipitación registrada en cada uno de los días 15 mm (Tabla 1, Fig.C1).

Día	Precipitación registrada (mm)
62	15
63	15
123	15

Tabla C.1: Precipitación diaria registrada a lo largo de 153 días consecutivos

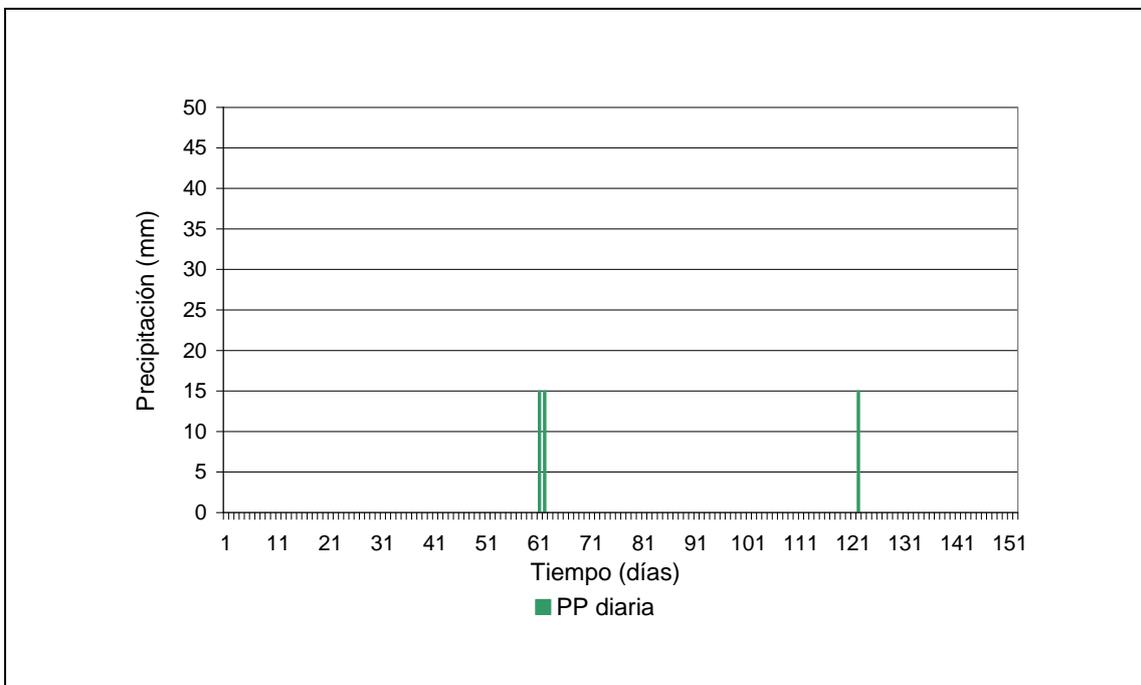


Fig.C.1: Precipitación diaria (barra verde) registrada a lo largo de 152 días

La precipitación registrada a lo largo de estos 153 días será acumulada, primero, según la longitud de los meses de las cuatro estaciones y luego para tres otoños de tres años consecutivos.

Primer ejemplo: precipitación acumulada en distinta época del año

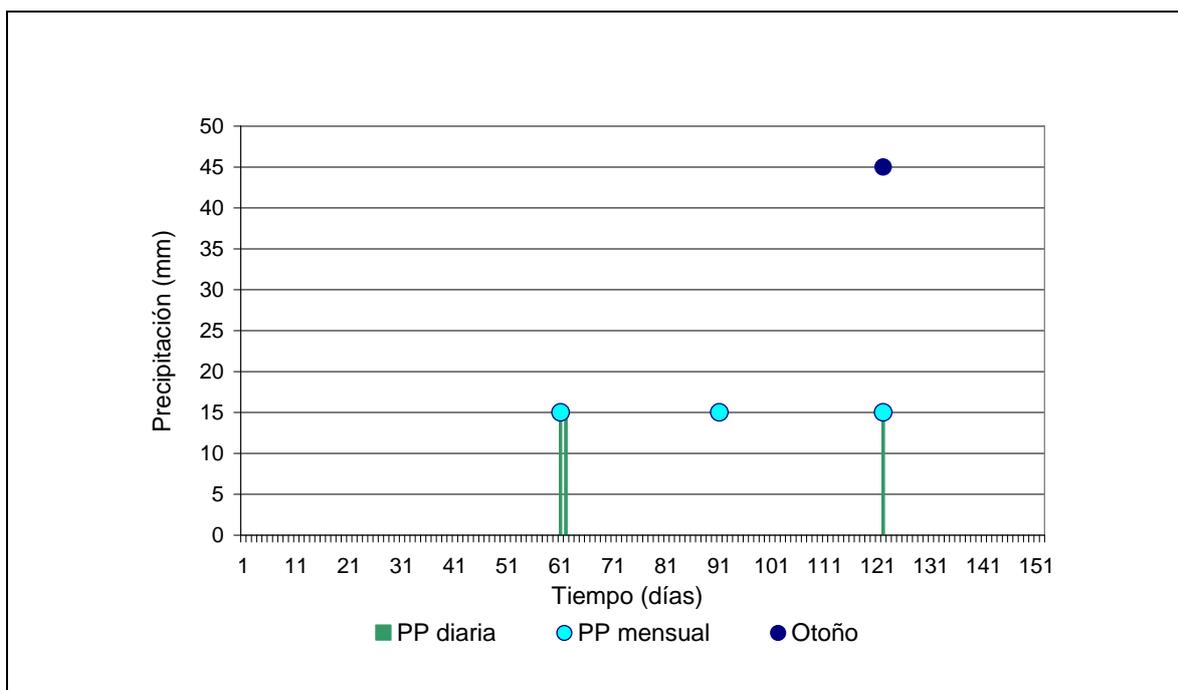


Fig.C.2: Precipitación Diaria (barra verde), mensual: marzo, abril y mayo (círculo celeste) y estacional: otoño (círculo azul).

Estación	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes	Total de la estación
Otoño	MAR, 15 mm	ABR, 15 mm	MAY, 15 mm	45 mm
Invierno	JUN, 0 mm	JUL, 30 mm	AGO, 15 mm	45 mm
Primavera	SET, 0 mm	OCT, 30 mm	NOV, 0 mm	30 mm
Verano	DIC, 15 mm	ENE, 15 mm	FEB, 0 mm	30 mm

Tabla C.3: Precipitación acumulada mensual y estacional a partir de considerar que solamente llovieron los días 31, 32 y 92 del período de estudio, siendo la precipitación registrada en cada uno de los días 15 mm.

Primer análisis: otoño.

Se considera que desde el día 32 al día 123, 92 días, corresponden a la estación de otoño, marzo (31 días), abril (30 días) y mayo (31 días). A partir del ejemplo planteado, la precipitación se registra en los días 31 de marzo, 01 de abril y 31 de mayo, los totales mensuales y estacionales de precipitación son 15 mm para cada uno de los meses y 45 mm el total estacional (Tabla C.3, Fig.C.2).

Segundo análisis: invierno.

Se considera que desde el día 32 al 123, esos 92 días ahora corresponden al trimestre de invierno, los meses involucrados son junio (30 días), julio (31 días) y agosto (31 días). En esta ocasión junio, acumula 0 mm, julio 30 mm y agosto 15 mm y la precipitación para el invierno es 45 mm (Tabla C.3, Fig.C.3).

El total acumulado por las dos estaciones, otoño e invierno, es el mismo, pero los totales acumulados por los meses del invierno no siempre son iguales a los del otoño. El primer mes, junio, es ahora muy seco, la precipitación es nula, y el segundo mes, julio, es más húmedo ya que acumula el doble de la precipitación de abril. Esto es debido solamente a la distinta cantidad de días de algunos de los

meses (31, 30, 31 días para el otoño y 30, 31, 31 para el invierno) y, por esto, al distinto día de finalización del primer mes y al de comienzo del segundo y tercer mes.

Tercer análisis: primavera.

Para la primavera, se considera que los días 32 al 122, esos 91 días corresponden a esta estación, septiembre (30 días) acumula 0 mm al igual que noviembre (30 días) y octubre (31 días) acumula 30 mm al igual que la estación (Tabla C.3). la primavera tiene un día menos que el otoño y el invierno, en este caso esta diferencia provoca que en ella se acumulen 15 mm menos que en las dos anteriores. También es distinta la precipitación registrada en algunos de los meses. Nuevamente, al igual que junio, el primer mes, setiembre, es ahora muy seco, la precipitación es nula, y el segundo mes, octubre al igual que julio, es más húmedo ya que acumula el doble de la precipitación de abril, y el tercer mes es también muy seco con precipitación nula.

Otra vez, esta diferencia se debe a que, debido a la distinta longitud de los meses, el segundo y tercer mes comienzan en un distinto día del período de estudio (Tabla C.3, Fig.C.4).

Cuarto análisis: verano.

Para el verano, se considera que desde el día 32 al 121 o 122, esos 90 o 91 días, según el año sea bisiesto o no, ahora corresponden al trimestre de esa estación, los meses son ahora diciembre (31

días), enero (31 días) y febrero (28 o 29 días). Ahora, el primer mes, diciembre, vuelve a acumular 15 mm al igual que enero, mientras que el tercer mes, febrero, tanto con 28 como con 29 días, acumula 0 mm (Tabla C.3, Fig.C.5).

En los cuatro casos la precipitación recibida en superficie, por ejemplo en una pradera o lago, a lo largo de estos 153 días ha sido la misma. El efecto de ella, si nos independizamos de la temperatura, por la distinta época del año, debe ser el mismo, pero la información que se está brindando a los distintos tomadores de decisiones es muy distinta, y esto se debe a la distinta longitud de los meses, hecho que provoca que algunos meses acumulen la precipitación de un distinto número de días, y que, además, no siempre sea igual el día en que comienza el mes, día en que se comienza a acumular la precipitación para establecer su valor mensual.

A partir de este ejemplo atípico, se ha mostrado que la misma precipitación, registrada a lo largo de un determinado número de días, acumulada en distintos meses puede mostrar diferencias en ellos y en la precipitación estacional, y esto es debido al distinto día de comienzo de los meses y/o a su distinta longitud.

Esto puede llevar a conclusiones equivocadas y, por ende, a toma de decisiones erróneas.

Planteo del segundo problema: día de comienzo del año y de los meses.

Segundo ejemplo: igual precipitación, en la misma estación pero en distintos años, análisis anual:

Los datos del ejemplo anterior son utilizados para evaluar la misma estación astronómica (otoño) pero en tres distintos años.

Para el año-0, los 15 mm llueven en los días 32, 33 y 93. El año anterior (año-1) las precipitaciones se registraron, en cada caso, un día antes, en los días 31, 32 y 92. Al año siguiente, año+1, las precipitaciones ocurrieron en cada caso un día después a las del año-0 en los días 33, 34 y 94. Para cada año los valores acumulados mensuales y los estacionales se presentan en la Tabla C.9 y Fig.C.6.

Estación	Marzo	Abril	Mayo	Total para el Otoño
Año-0	15	15	15	45
Año-1	30	00	15	45
Año+1	00	30	00	30

Tabla C.9: Precipitación acumulada mensual y estacional para año-0, año-1 y año+1

La diferencia de tan solo un día, un día antes y un día después, en el comienzo del patrón de precipitaciones del año-0 hace que la precipitación informada para marzo y abril en los tres años sea distinta, y que tanto en mayo como en la acu-

mulada para el otoño sólo sea igual en dos de ellos.

La precipitación ocurrida en esa época del año es la misma, 45 mm en los tres años, pero, según el año, se la puede informar en forma distinta por la única razón del momento en que se comienza a acumular la precipitación, el momento en que comienza el mes, la estación, el año.

Los distintos ejemplos presentados ponen de manifiesto que la forma en que se suministra la información no es "útil" cuando se monitorea la cantidad de agua caída.

El problema que se ha planteado afecta a todas las variables en las que se acumula un valor dado o en las que se cuentan los días de ocurrencia.

La condición climática es una sola, pero la forma de analizarla a partir de la información mensual para la precipitación, puede no representarla correctamente ya que esta es fuertemente dependiente de la información acumulada hasta un único día: el último día del mes, y nada más.

Metodología Propuesta:

Metodología MovN

Para tener un mejor conocimiento del comportamiento de la precipitación en todas las escalas temporales y solucionar los problemas planteados, el de la distinta longitud de los meses y el del día en que éstos comienzan, se propone una metodología de acumulación móvil de la precipitación diaria, en una ventana de N días (MovN) y paso diario.

Con la precipitación MovN se obtiene un dato para cada día del período de estudio. Para cada uno de los días, se acumula la precipitación diaria del día para el que se calcula el MovN más la de los N-1 días previos. Los datos requeridos son los del período de estudio más los de los N-1 días previos al comienzo del mismo.

$$\text{Para todo } r \text{ precipitación } MovN(r) = \sum_{s=r-N+1}^r p(s)$$

(Ec. 2)

Siendo

r: día para el que se calcula la precipitación, con r entre el primer día del período en estudio hasta el último día del mismo.

N: número de días para los que se acumula la precipitación

Precipitación MovN(r) es la precipitación acumulada en N días móviles para el día r, la precipitación del día r más la de los N-1 días previos.

s: día de la precipitación diaria, desde los N-1 días previos al comienzo del período de estudio hasta el último día del mismo.

p(s): es la precipitación registrada en el día s

La cantidad de días (ventana N) en la cual se acumula la precipitación puede tomar cualquier valor. Esta ventana dependerá de la problemática que se está analizando y será identificada por los tomadores de decisiones. De esta manera

se transforma el dato diario de lluvia (variable discreta) en un dato diario de precipitación acumulada en N días (variable continua no independiente). Esto permite analizar las lluvias caídas a partir de cualquier momento, evitando la proble-

mática que genera la distinta longitud de los meses.

Se ha obtenido una variable acumulada, de una igual cantidad de días, y para cada uno de los días del período de estu-

dio, lo que permite brindar a los usuarios una más completa información, esto justifica sacrificar la independencia de los datos que poseía la variable discreta.

Las ventanas móviles con distinto paso se están utilizando desde hace algún tiempo y para distintos fines.

El MovN, ventana móvil de N días y paso diario, fue desarrollado por la autora en el año 2004 y, desde ese año, es utilizado diariamente, en varios productos operativos, en el Departamento Agrometeorología del SMN.