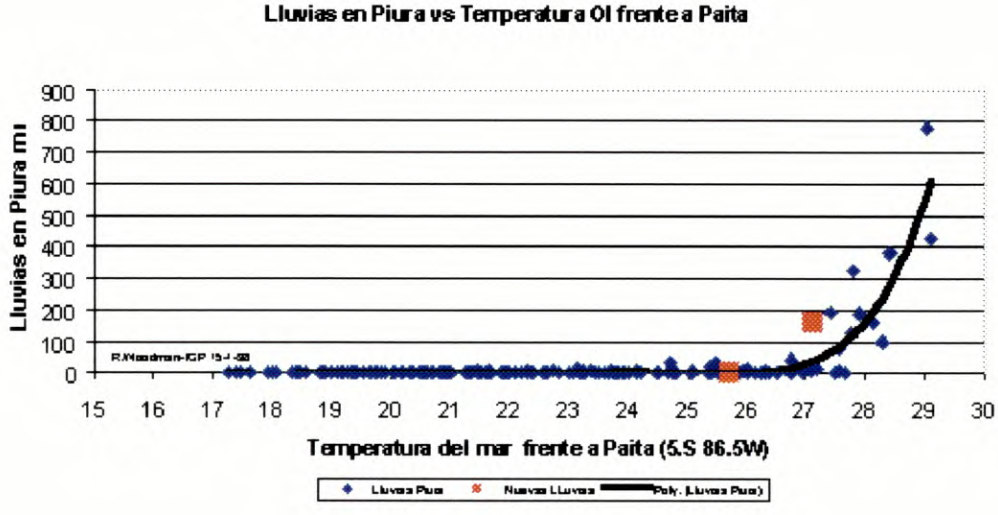
PRONÓSTICO DE LLUVIAS BASADO EN LOS PRONÓSTICOS DE TSM DE NOAA/NCEP: CIUDAD DE PIURA

Ronald Woodman P.
Instituto Geofísico del Perú
19 de Enero de 1998

El clima de la costa del Perú está directamente relacionada a la temperatura del mar . En condiciones normales la costa es un desierto, no obstante estar en latitudes tropicales. Esto se debe a la frialdad de su mar, la que produce una de las inversiones de temperaturas mas acentuadas del globo y la que a su vez impide el desarrollo de procesos convectivos. Durante la ocurrencia del Fenómeno de El Niño, la temperatura superficial del mar (TSM) se calienta a temperaturas similares a las del trópico. La inversión desaparece, el clima se tropicaliza y llueve torrencialmente. Esta relación entre temperatura del mar y lluvias va mas allá de ser puramente cualitativa; ésta se puede relacionar estadísticamente con una relación empírica. En el presente trabajo hemos hecho este esfuerzo para la ciudad de Piura, la cual se ha escogido por su larga historia, lo que nos permite ubicar El Niño 1997-98 en el contexto de todos los otros El Niño ocurridos y registrados desde su fundación. Tenemos planificado hacer pronósticos similares en otras lugares de la costa.

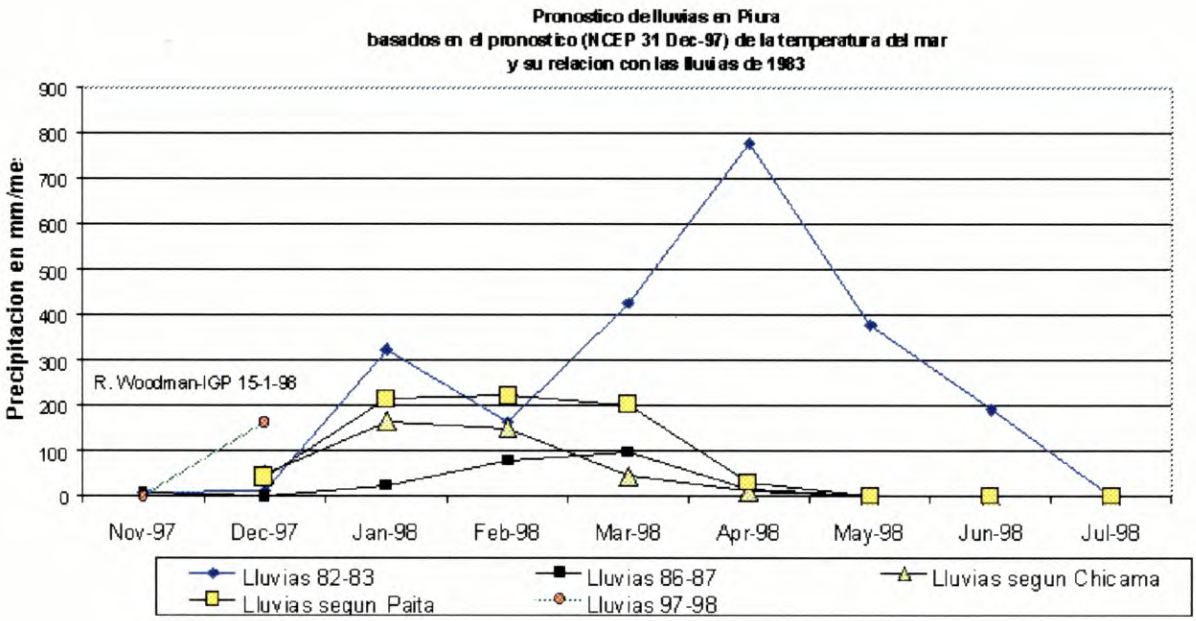
FIGURA 1



La Figura 1 muestra la relación TSM/precipitación en forma de un correlograma (scatter plot). En ésta se han graficado las lluvias acumuladas mensuales en la ciudad de Piura en función de la temperatura superficial del mar correspondientes a un punto que llamamos "Frente a Paita" (Lat. 5 S Lon. 84.5 O) el cual es representativo de la temperatura a esa latitud. Se puede apreciar una buena correlación numérica, aunque no-lineal, entre ambos parámetros. A temperaturas menores de 26 grados no llueve, salvo algunos centímetros a temperaturas vecinas. La temperatura de 28 grados define, como en otras latitudes marítimo-tropicales, un nivel critico. A temperaturas cercanas a 27 grados tenemos lluvias ligeras y moderadas mientras que a 29 alcanzamos niveles torrenciales como los 800 mm mensuales que se precipitaron en abril de 1983.

La correlación encontrada es tan buena que sugiere una relación empírico-analítica que nos permita estimar las lluvias si conocemos las temperaturas. Sobre el mismo gráfico se ha trazado una curva polinómica de regresión. Un polinomio de sexto grado, como el mostrado, da un ajuste satisfactorio si se quiere cubrir todos los rangos de temperatura experimentados. Uno de menor grado es suficiente, si usamos sólo el rango entre los 25 y 29 grados. Para temperaturas menores es obvio que se puede tomar el valor de cero casi determinísticamente para todo este rango. La dispersión es del orden del 50%, en promedio, o de unos cuantos centímetros (cualquiera que sea mayor) para el rango entre 24.5 y 29 grados y casi nula para temperaturas menores. Esto nos permitiría pronosticar las lluvias en Piura con ese mismo rango de error usando pronósticos de la temperatura superficial del mar.

FIGURA 2



La temperatura superficial de otras latitudes vecinas están también correlacionadas con la precipitación en Piura en manera similar, lo que nos permite hacer pronósticos algo independientes de estas precipitaciones. En la Figura 2 se muestran pronósticos de las lluvias en la ciudad de Piura basados en los pronósticos de la TSM evacuado por el modelo acoplado atmósfera-océano de NCEP/NOAA, con algunas correcciones que discutiremos mas adelante. En esta se muestran dos pronósticos basados uno en la TSM del punto mencionado y el otro en otro punto que denominamos "Frente a Chicama" (Lat. 7.5 S , Lon. 84 O). Cual de los dos pronósticos es el mas acertado depende de la procedencia de los aires superficiales en la ciudad de Piura, el cual a su vez dependerá de la intensidad de las brisas y de el sistema de presiones atmosféricos prevalecientes. Es probable que el valor mas acertado se encuentre entre estos dos. Una alternativa mas matemática de usar toda la información disponible de las TSM en las cercanías sería la de usar una regresión multivariable. Estamos trabajando en este procedimiento. Aparte de generar un sólo pronóstico, esperamos que este reduzca la desviación estandard en la regresión y el error en el pronóstico. Pero debemos estar conscientes que esta reducción tendrá un limite. El pronóstico, cualquiera que sea el método usado, se refiere al clima promedio y no incluye las variaciones impredecibles (con tanta anticipación) del "tiempo". Es de esperar que

aun las condiciones del clima varíen de un Niño a otro. Por ejemplo tenemos las altas precipitaciones ocurridas en el altiplano durante el presente Niño, las que no ocurrieron en 1983. El proceso de desestabilización debido al transvase de los aires continentales a las cuencas del Pacifico es también mas intenso que en 1983. Esto explicaría las lluvias de Diciembre en Piura (punto rojo a 164 mm en la Figura 1), obviamente mas altas que lo que se esperaba en base a las estadísticas de años anteriores.

Se ha graficado también en la Figura 2 las precipitaciones acumuladas mensuales ocurridas durante los Niños de 1982-83 y de 1986-87. Es claro que las precipitaciones este año serán mas intensas que las de 1986-87 y otros Niño similares, pero, de cumplirse los pronósticos de NOAA, éstas serían menores tanto en intensidad como en duración (importante!) que las de 1983.

Un análisis de la bondad y errores del pronóstico de lluvias tiene que incluir un análisis de lo mismos con respecto a los pronósticos de la temperatura superficial del mar evacuados [http://nic.fb4.noaa.gov] por el modelo acoplado de NOAA/NCEP usados en la predicción. La ciencia relacionada con el entendimiento y pronóstico de El Niño ha progresado mucho en los últimos años como consecuencia de la instrumentación de boyas automáticas y satélites desplegada por el proyecto TOGA y de los grandes esfuerzos científicos de los últimos años. Esto se ha traducido en cada vez mejores pronósticos. Pero hay que tomar conciencia a la vez de las limitaciones todavía existentes en todos ellos. La desviación estándar de los errores cometidos por el pronóstico NOAA/NCEP son del orden de una fracción de grado para las regiones ecuatoriales cercanas al centro y al centro-este del pacifico ecuatorial y para anticipaciones del orden de unos pocos meses. Esta región se le conoce como la región 3.4 y es la mas importante en lo que se refiere a efectos climáticos alejados (teleconexiones) como los que puedan ocurrir en Norte América. Los mayores esfuerzos en mejorar al modelo están dirigidos a mejorar la perfomance en esta región. La perfomance se deteriora cuando se refiere a las regiones 1 y 2 frente a las costas de Perú y Ecuador, y aun mas cuando estas se refieren a una región aun mas pequeña como la que nosotros estamos tomando.

La Figura 3a y Figura 3b muestran los pronósticos de la temperatura del mar evacuados por NOAA/NCEP así como los valores usados (corregidos) en el pronóstico de lluvias mostrados en la Figura 2. Esta muestra también los valores observados en la misma ubicación y por la misma oficina, para meses pasados. Los "pronósticos" para meses anteriores son los valores pronosticados con un mes de antelación (ejemplo: los pronósticos para diciembre pasado fueron hechos en noviembre). Se puede observar la diferencia entre lo pronosticado y lo ocurrido en los últimos cuatro meses. Si bien la diferencia está entre limites razonables y esperados, ilustra también la posibilidad de errores puntuales como el de 1.7° C ocurrido para la temperatura de Chicama en diciembre de 1997 (explica también la subestimación de las lluvias pronosticadas por nosotros en meses anteriores usando estos valores).

Es claro que el modelo no hace buen uso del conocimiento que tiene de los valores altos de la temperatura de Chicama en diciembre al predecir el valor que esta tomara en enero. Este es demasiado bajo si tenemos en cuenta la persistencia del fenómeno. La dinámica de las temperaturas del mar es un proceso lento con una persistencia (tiempo característico de la correlación) del orden de un par de meses. La razón de esta indiferencia mostrada por el modelo la encontramos en el promediado que hace este de los pronósticos de los últimos tres meses para evacuar su informe para un mes en particular lo que le hace restar importancia a la discrepancia en un solo mes. Es mas, los pronósticos son tomados con dos meses de antelación cuando se refieren al próximo mes (Ji Ming et al, 1997). La razón que justifica este promediado es el deseo de estabilización de los pronósticos con varios meses (6 a 9) de antelación, lo que va en perjuicio de las predicciones hechas para meses mas cercanos (mas importante para nosotros). Nosotros

creemos que la persistencia, tanto de los valores de la TSM como de su derivada, nos permiten mejorar el pronóstico.

FIGURA 3A

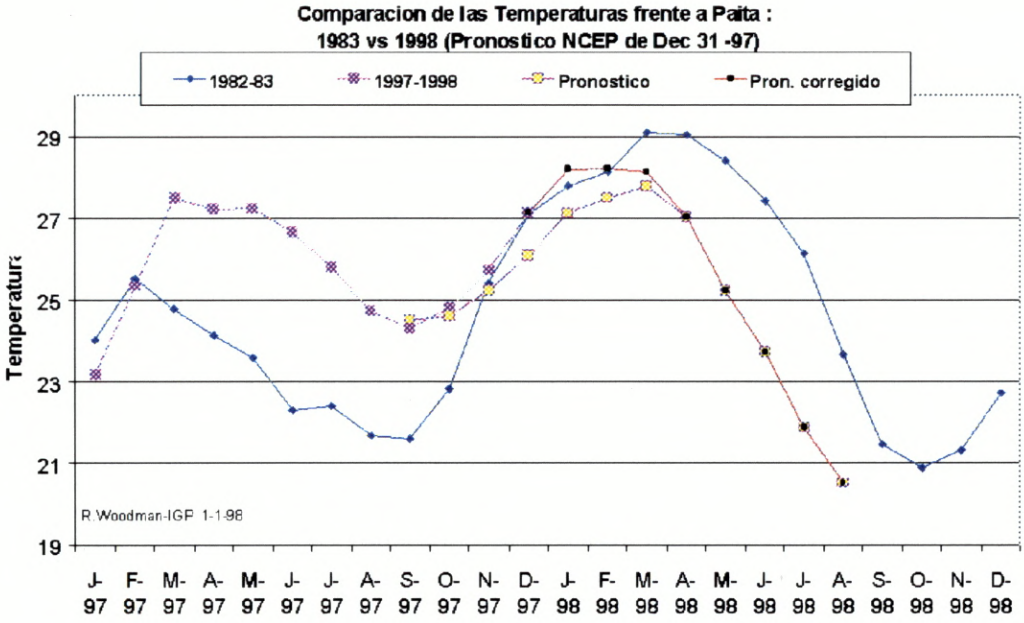


FIGURA 3B

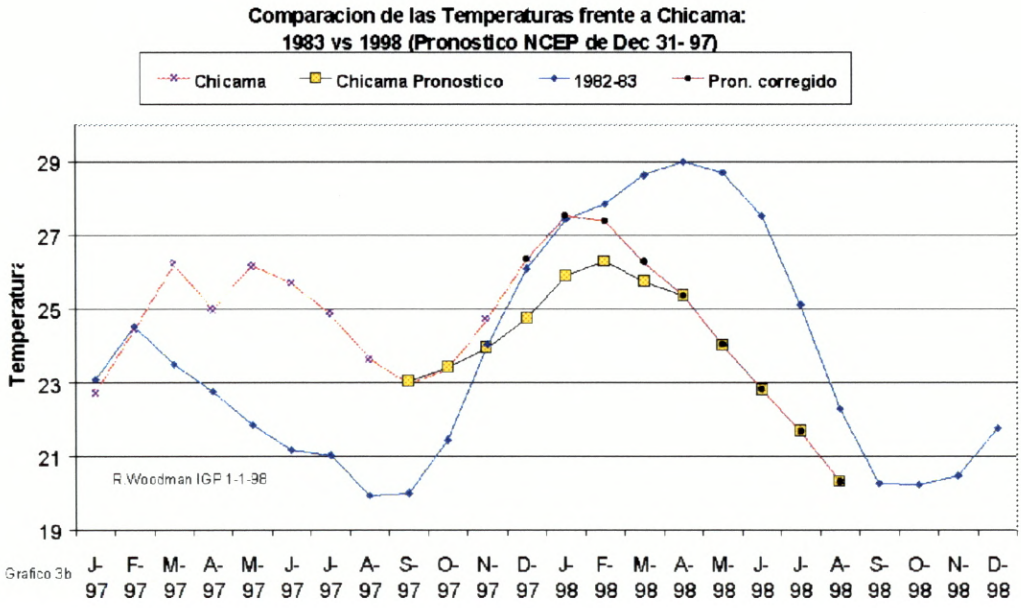


Grafico 3b

Los valores "corregidos" mostrados en la Figura 3a y Figura 3b , usados en la evaluación de las precipitaciones en la Figura 2 han sido obtenidos como un promedio pesado entre los evacuados por NCEP y estos mismos pero corregidos considerando el error cometido en diciembre. El peso asignado a la corrección en el promediado se disminuye linealmente hacia cero (1, 0.67, 0.33, 0, 0...) en forma de que el pronóstico corregido coincida con el pronóstico hecho por NCEP con cuatro meses de antelación y mayores. En esta forma hacemos uso de la persistencia y el modelo para los meses cercanos y solo del modelo para los mas alejados.

No esta demás subrayar la importancia de las expectativas de error que acompañan a los pronósticos mostrados en la Figura 2, discutidos anteriormente. La evaluación de riesgos para la toma de decisiones en la gestión de prevención implica la evaluación de escenario probables acompañado de las probabilidades de que estos ocurran. Los valores pronosticados en la Figura 2 mas/menos los errores discutidos nos delinean los escenarios probables. Creemos que la metodología utilizada es la única disponible. El modelo acoplado océano atmósfera de la NOAA/NCEP es el mas acertado para producir la TSM de todos los existentes al momento. Este fue endosado en este sentido, por ejemplo, por el Fórum Internacional de expertos reunidos en Lima en Octubre de 1997. Conocidas las temperaturas esperadas, solo tenemos nuestra experiencia pasada para predecir que es lo que sucederá con las lluvias. La mejor forma científica de recoger esta experiencia es a través de la estadística usando las herramientas que esta nos proporciona. Esto por supuesto no compite con las herramientas que nos proporciona la meteorología para el pronóstico a corto plazo(~0 a 74 horas) cuando se conocen las condiciones existentes de todos los parámetros atmosféricos y oceanográficos en la vecindad influyente.

La situación presente ha puesto en manifiesto la necesidad, por las implicancias sociales y económicas en la región y el país que un exceso de lluvias acarrea, de mejorar nuestra capacidad de pronóstico tanto en lo que se refiere a las variaciones climáticas producidas por el Fenómeno del Niño como las del tiempo. La mejora de nuestra capacidad de predicción en ambos campos dependerá de la mejora de nuestra capacidad científica y de la infraestructura necesaria (instrumentación, capacidad de cómputo y comunicaciones).