



PRESENTACION III

INTRODUCCION A LOS L-MOMENTOS Y ANALISIS REGIONAL DE FRECUENCIAS

Curso Internacional

Análisis Regional de Frecuencia de Sequías basado en L-momentos

Jorge Nuñez C.

CAZALAC

Santiago-Chile

4-5 de Abril de 2011

Qué son los L-momentos?

- Los L-momentos son un sistema alternativo para describir las “formas” de las distribuciones de probabilidad.
- Desde el punto de vista estadístico, son una combinación lineal de los denominados “momentos ponderados por probabilidad” o “momentos de probabilidad pesada” que fueron sugeridos por Greenwood et al (1979).
- Un momento ponderado por probabilidad (MPP) es:

$$M_{p,r,s} = E\left[X^p \{F(X)\}^r \{1 - F(X)\}^s\right]$$

- Dos casos específicos de estos MPP son: $\alpha_r = M_{1,0,s}$ y $\beta_r = M_{1,r,0}$

$$\alpha_r = \int_0^1 x(u)(1-u)^r du$$

$$\beta_r = \int_0^1 x(u)u^r du$$

- Finalmente, el L-momento de orden r , se estima con base a una pequeña modificación de las fórmulas anteriores:

$$\lambda_r = \int_0^1 x(u) P_{r-1}^*(u) du$$

- Así, los primeros 4 L-momentos, en función de beta, son:

$$\lambda_1 = \alpha_0$$

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1$$

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2$$

$$\lambda_4 = \alpha_0 - 12\alpha_1 + 30\alpha_2 - 20\alpha_3$$

- Y así sucesivamente. También los L-momentos pueden ser expresados en función de alfa o de beta

L-momento ratios

- Una manera más conveniente de utilizar los L-momentos, es definir sus versiones adimensionales (al igual que en los momentos convencionales). Así se tienen:
- λ_1 = L-location (L-ubicación) o media de la distribución
- λ_2 = L-scale (L-escala)
- $\tau =$ L-CV (Coeficiente de L-Variación) = λ_2 / λ_1
- $\tau_3 =$ L-Skewness (L-Asimetría) = λ_3 / λ_2
- $\tau_4 =$ L-Kurtosis (L-Curtosis) = λ_4 / λ_2
- Y así sucesivamente...

Y cual es la ventaja de todo esto?

- 1. Los L-momentos (especialmente L-skewness y L-kurtosis) permiten definir cualquier tipo de distribución
- 2. Dos distribuciones nunca tienen los mismos L-momentos
- 3. L-momento 1 puede tomar cualquier valor
- 4. L-momento 2 siempre es mayor o igual a 0
- 5. Para distribuciones con valores positivos, L-CV siempre tiene un valor entre 0 y 1
- 6. A partir de L-skewness en adelante, los L-momento-ratios siempre son menores a 1
- 7. Existen relaciones específicas entre L-skewness y L-kurtosis que dependen de la distribución

¿Y las ventajas con el procedimiento de Máxima Verosimilitud?

LM siempre es mejor

LM siempre es mejor para k y h , que son justamente los parámetros que determinan la forma de la distribución



En esta región se ubica la mayor parte de las distribuciones de probabilidad de uso en hidrología

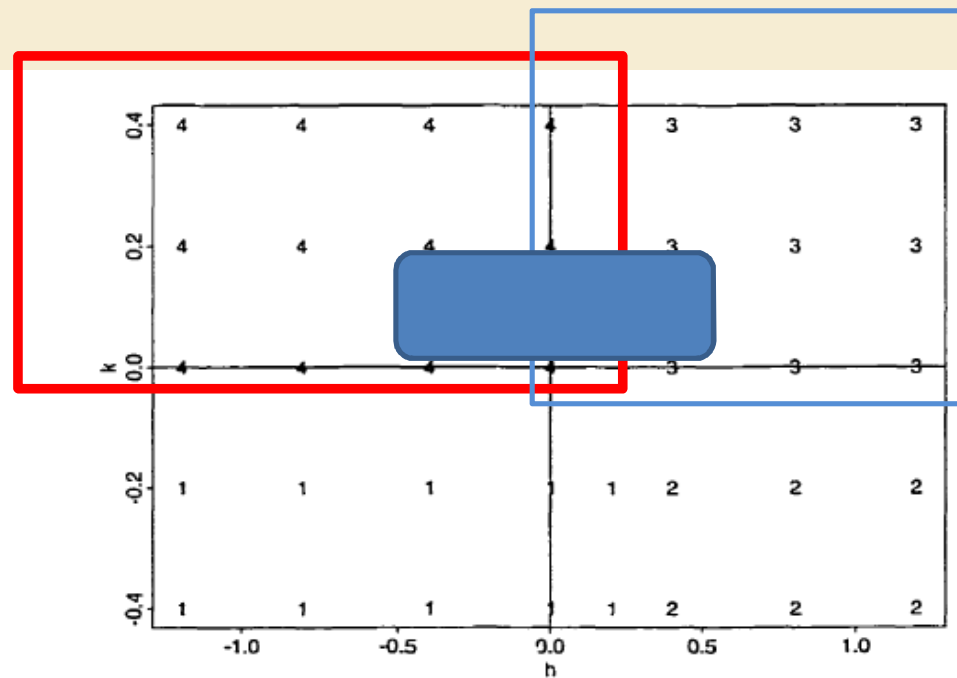
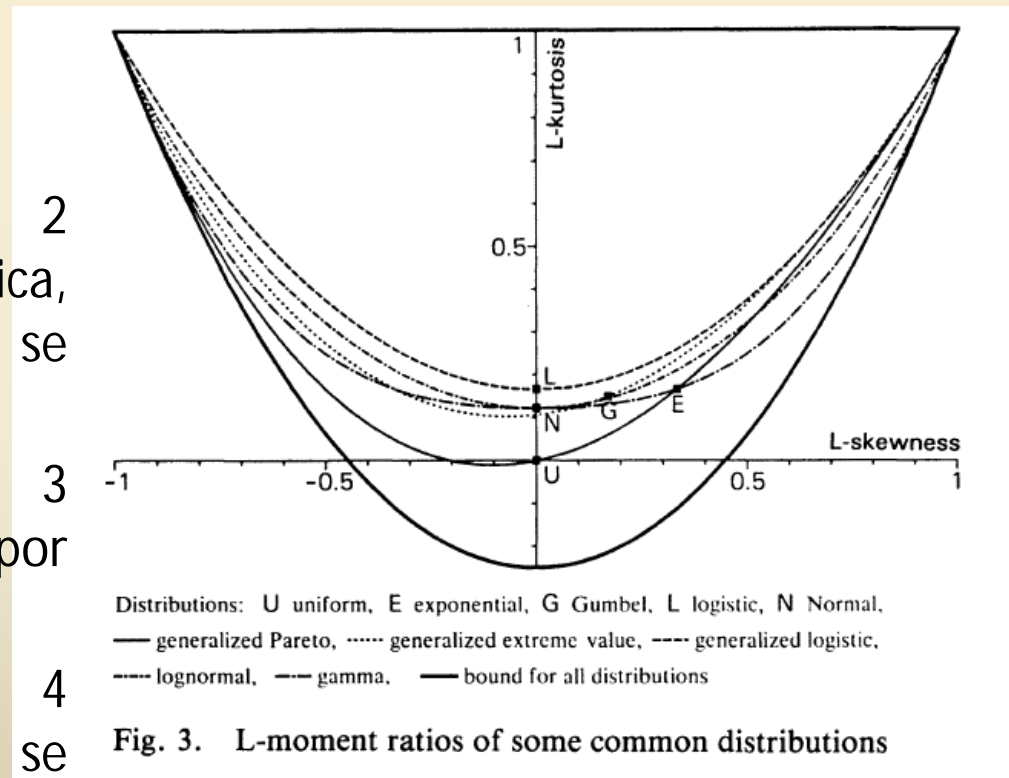


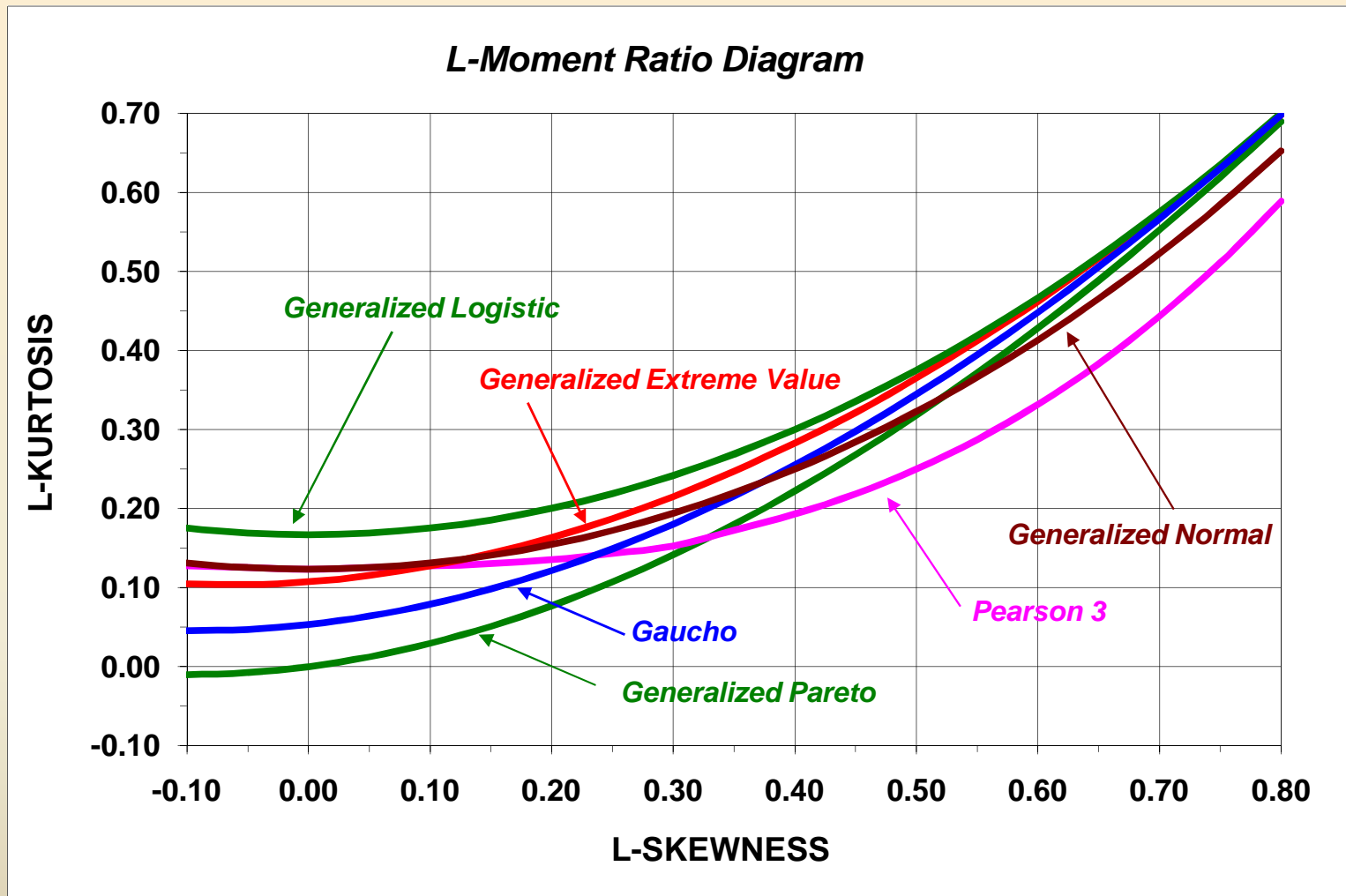
Figure 3.1: Comparison of bias and rmse of MLEs and LMEs. MLEs perform better at 1 (for all parameters estimates) and at 2 for estimates of ξ , α and k . At 3, rmse on MLEs $\hat{\xi}$ and $\hat{\alpha}$ only are often smaller while at 4, LMEs perform better.

Diagrama L-momento-ratio

- Tal vez una de las formas más adecuadas de visualizar cómo los L-momentos contribuyen a definir un tipo de distribución es a través del denominado Diagrama de L-momento-ratio

- En este Diagrama:
- Las distribuciones de 2 parámetros (normal, logística, exponencial, Gumbel, etc) se representan por un punto
- Las distribuciones de 3 parámetros se representan por una línea
- Las distribuciones de 4 parámetros (Kappa) se representan por un área





Gentileza M.G.S. Eng. Cons. WA, USA

Qué es el Análisis Regional de Frecuencias?

- El análisis regional de frecuencias es un procedimiento consistente en agregar la información proveniente de varias muestras, en una sola gran muestra, asumiendo previamente que todas éstas provienen de un mismo modelo de probabilidad, excepto por una diferencia entre ellas debidas a un factor de escala.
- En nuestro caso, el procedimiento de “regionalización” es el conocido como “Índice de Avenida” o “Índice de Crecientes” (Index Flood).
- En términos estadísticos, podríamos escribir esto como:

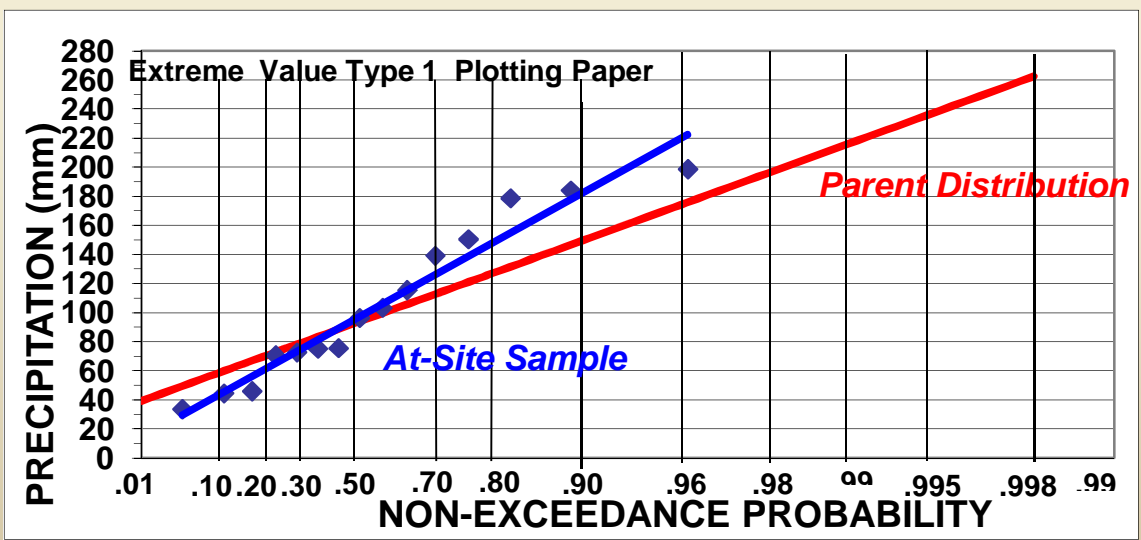
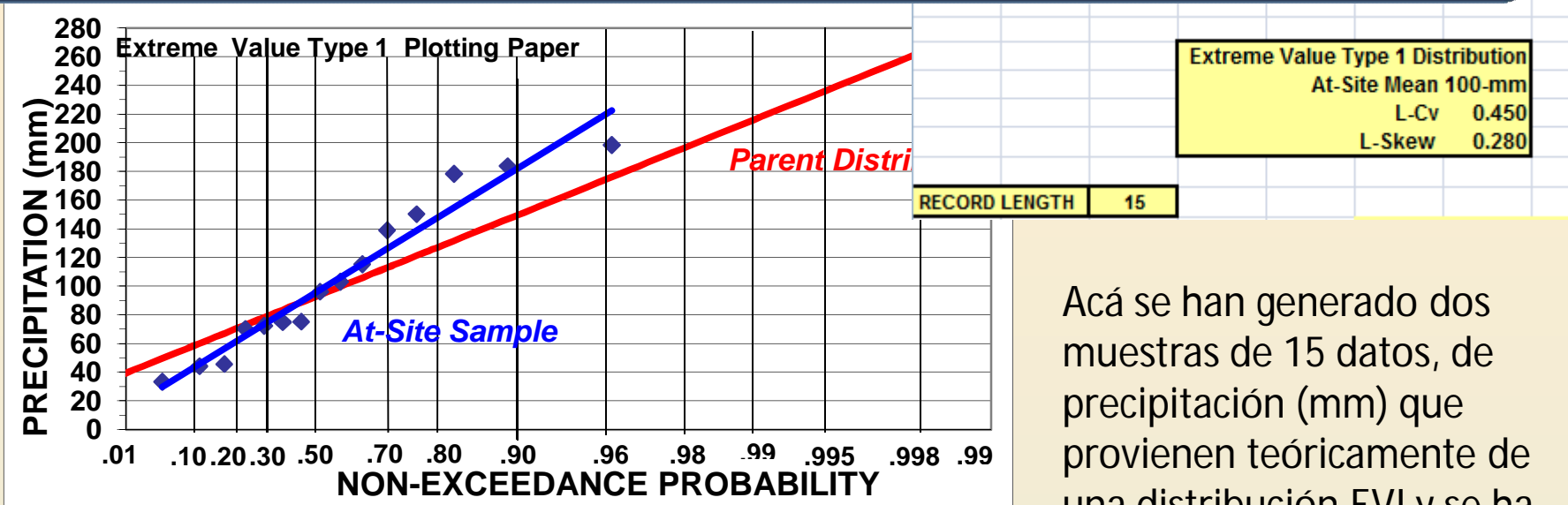
$$Q_i(F) = \mu_i q(F)$$

- Donde, Q_i es la función de cuantiles (montos de lluvia, caudal, temperatura, etc, para una determinada probabilidad de no excedencia); μ_i es el “factor de escala” (Índice de Avenida) y $q(F)$ es la función de cuantiles adimensional, proveniente de un mismo modelo de probabilidad que es similar para todas las estaciones que se encuentran dentro de una región denominada “homogénea”

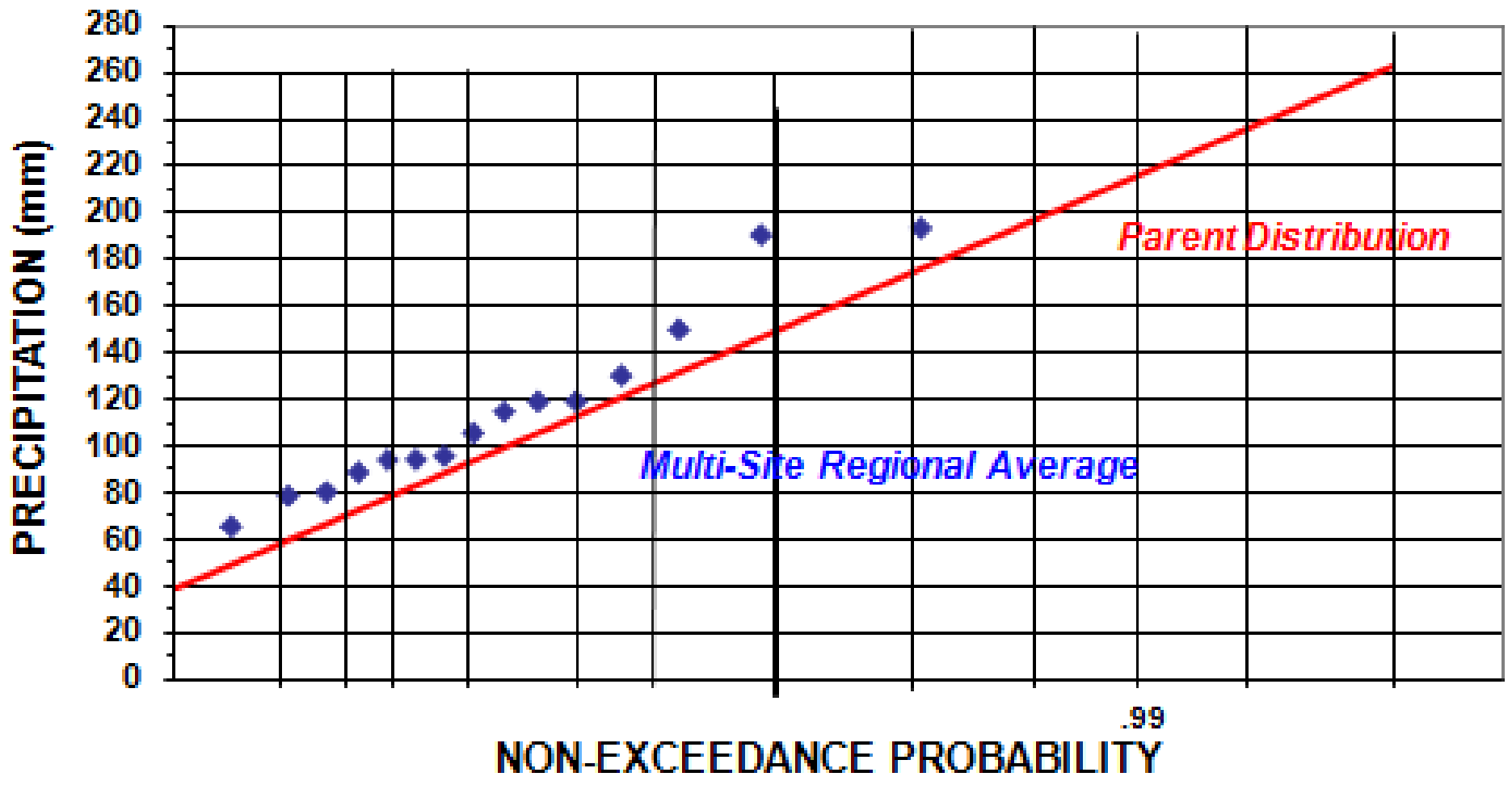
Qué ventajas tiene, respecto al procedimiento convencional “at-site” o sitio por sitio, de forma separada?

- 1. Permite aumentar significativamente el tamaño total de la muestra.
- 2. Permite tener en cuenta la variabilidad de los L-momentos de cada estación debido al tamaño muestral
- 3. Permite, por tanto, mejorar significativamente el ajuste a la distribución “parental”, de donde provienen estas muestras (registros de cada estación)
- 4. En esencia, permite compensar la carencia de información en el tiempo, por su abundancia en el espacio

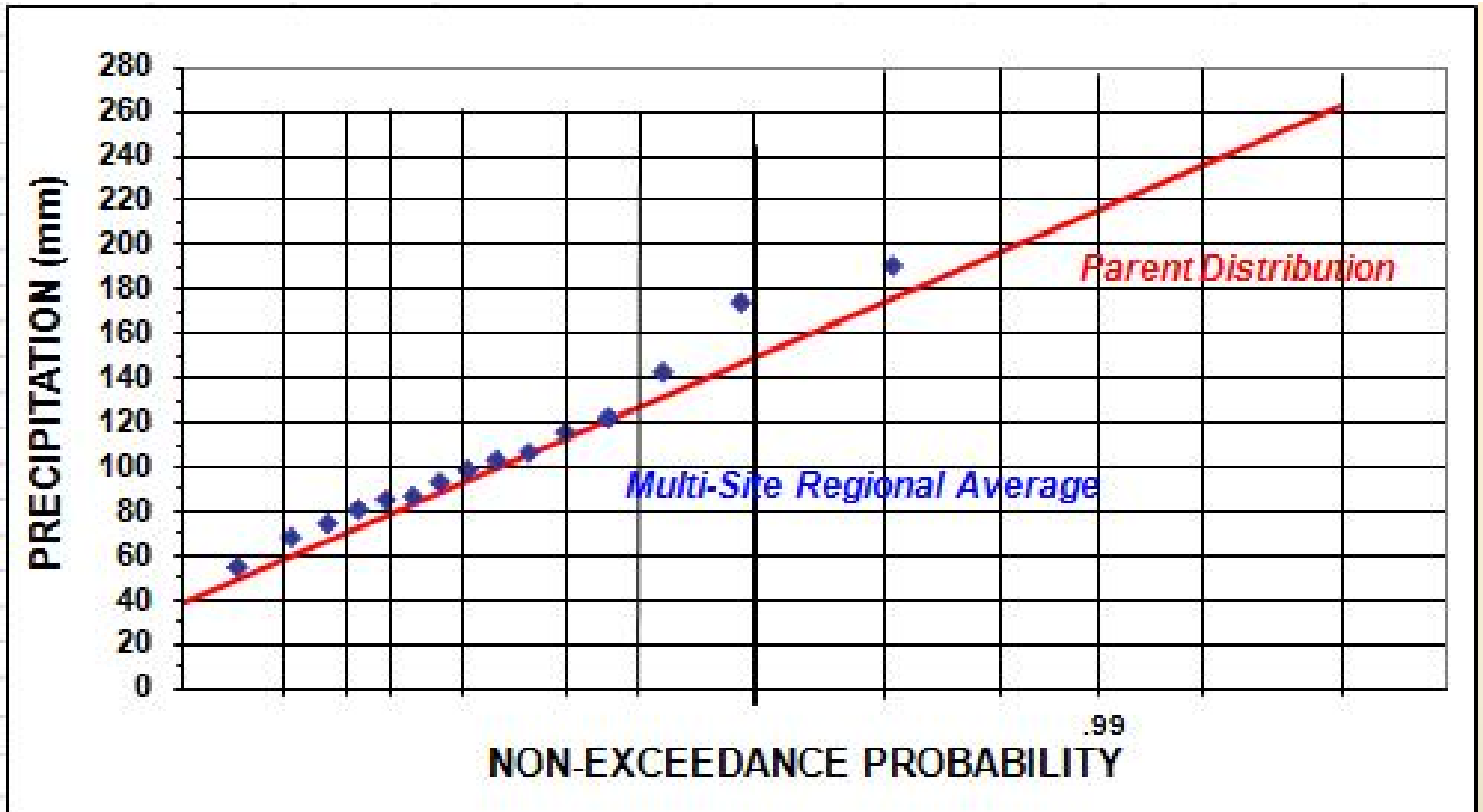
COMPARACION DE PROCEDIMIENTO CONVENCIONAL (AT-SITE) VS ANALISIS REGIONAL



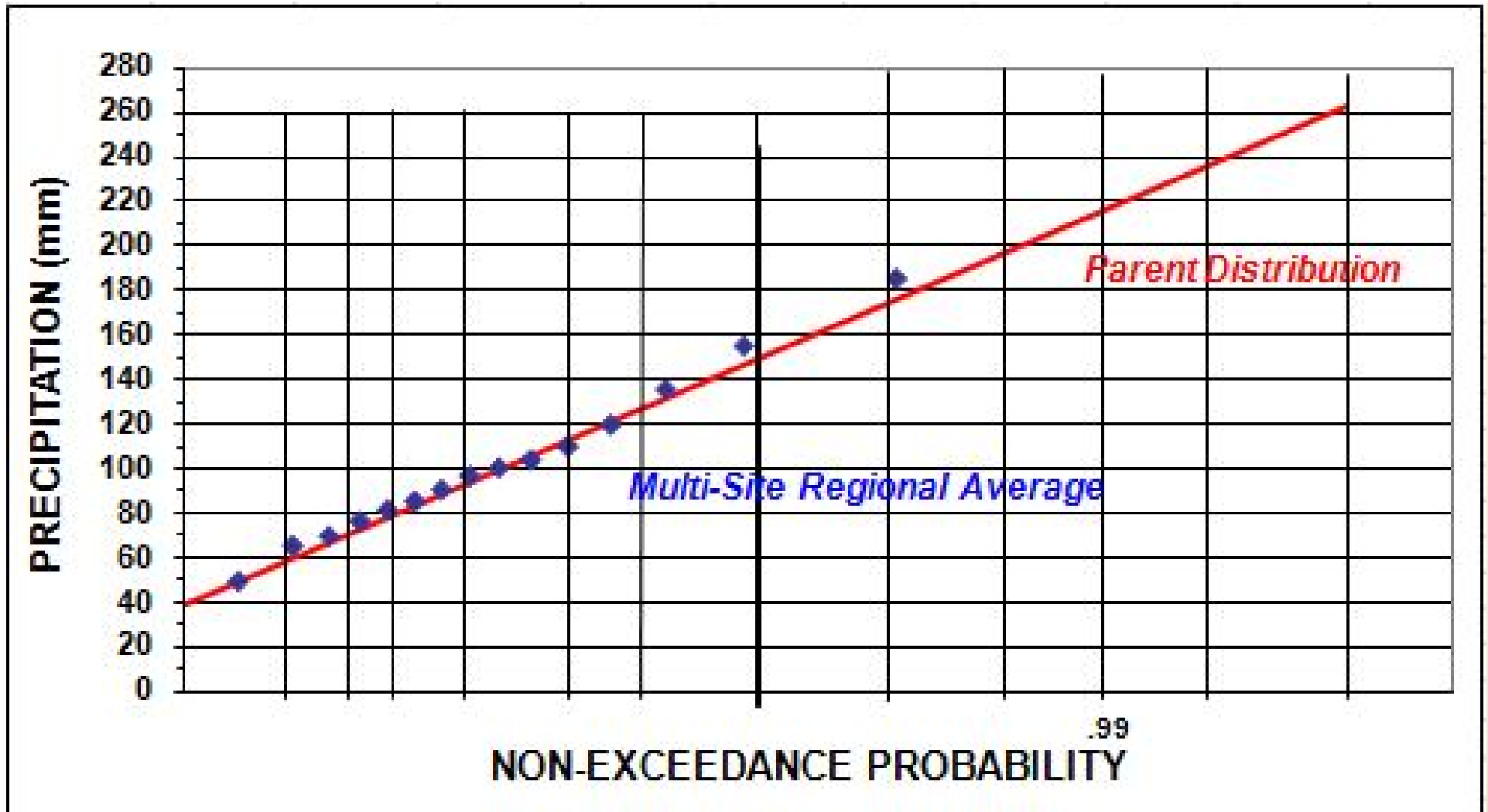
Acá se han generado dos muestras de 15 datos, de precipitación (mm) que provienen teóricamente de una distribución EVI y se ha realizado el ajuste de la distribución



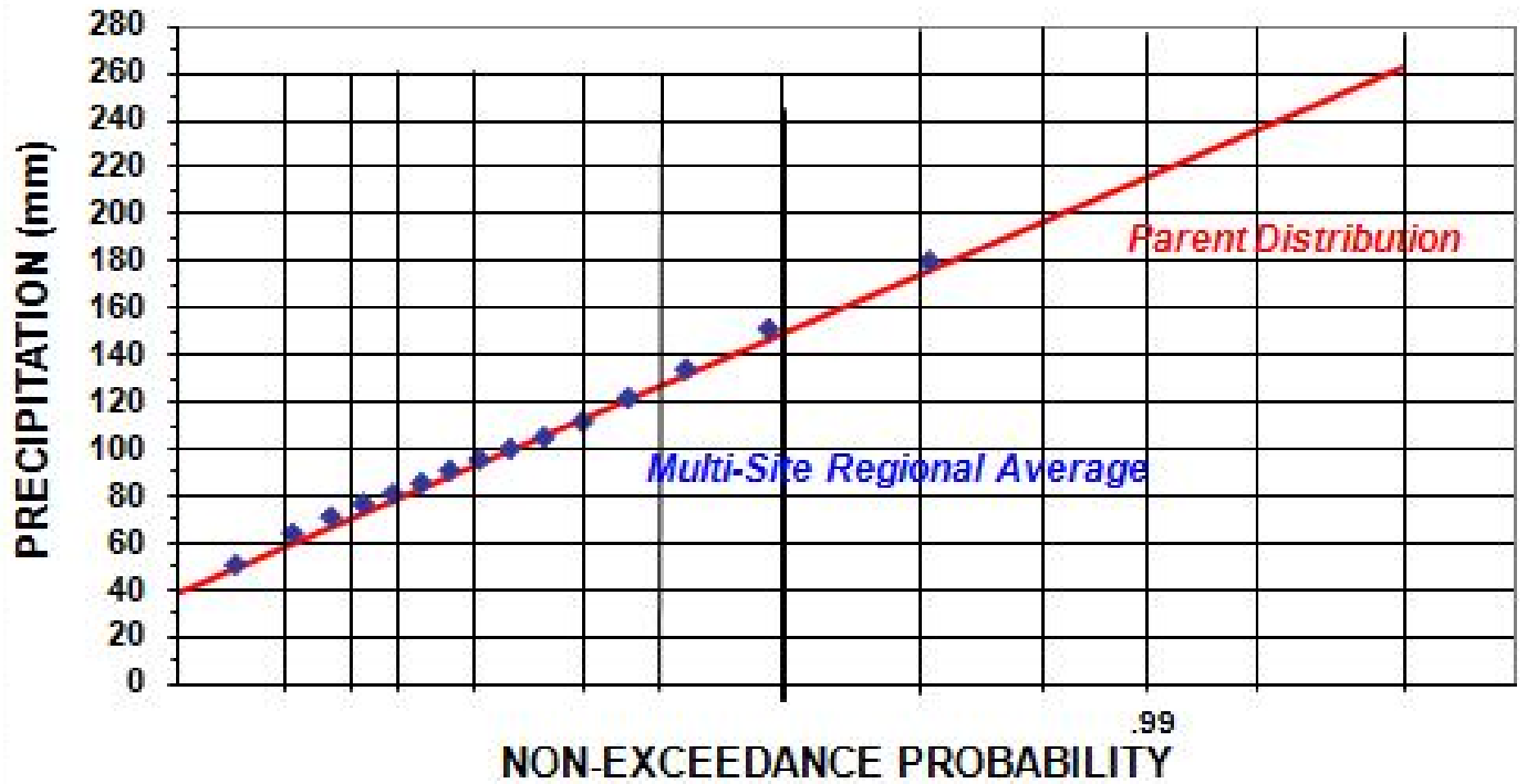
1 ESTACION



4 ESTACIONES

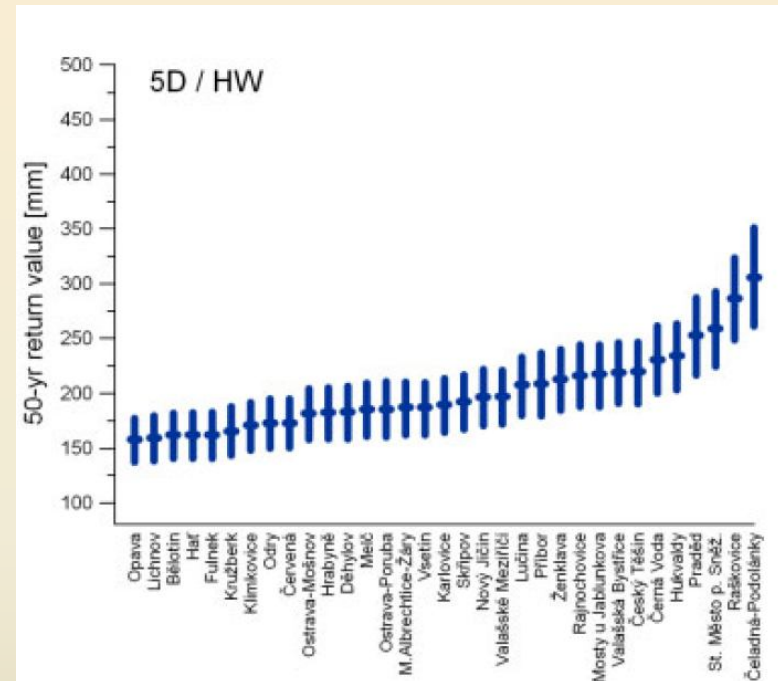
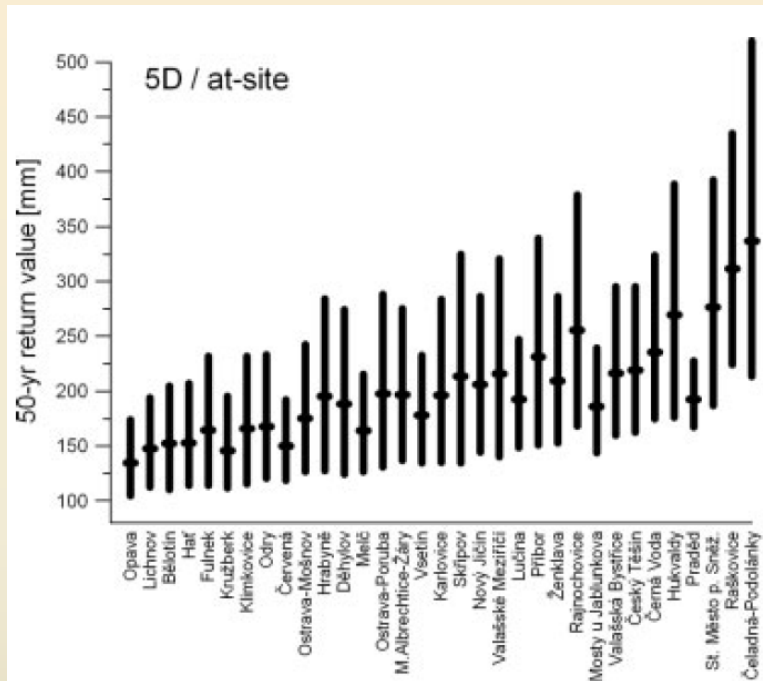


12 ESTACIONES



20 ESTACIONES

Las ventajas del ARF-LM ha sido extensamente demostrada y documentada por una gran cantidad de publicaciones. A modo de ejemplo, se presentan los resultados de una comparación entre el procedimiento convencional y ARF-LM para estimación del periodo de retorno de lluvias máximas en 5 días



Kyselý, J., Gaál, L., Pícek, J., 2010. Comparison of regional and at-site approaches to modelling probabilities of heavy precipitation. Int. J. Climatol., doi 10.1002/joc.2182

CONCLUSION

- La combinación del Análisis Regional de Frecuencias con los L-momentos constituyen una herramienta extremadamente potente para el ajuste de distribuciones de probabilidad, en especial cuando:
- 1. Se espera que la distribución de frecuencia parental sea altamente asimétrica (precipitaciones mensuales, anuales en regiones áridas, lluvias máximas, caudales máximos, etc.)
- 2. Se dispone de registros cortos (cuando hay asimetría, un registro corto incluso es aquel menor a 100 datos)
- 3. Ante la presencia de valores atípicos (tener precaución con los test estándar de valores atípicos)
- 4. Cuando se requiere de una estimación robusta, insesgada, y con un potente fundamento teórico, altamente plausible y prácticamente irrefutable
- 5. Cuando se desea utilizar distribuciones de 3 o más parámetros, muy flexibles, pero que con el procedimiento convencional requieren momentos elevados a mayor potencia (3 , 4) causando sesgos enormes en las estimaciones

IMPLEMENTACION DEL PROCEDIMIENTO ANALISIS REGIONAL DE FRECUENCIAS BASADO EN L-MOMENTOS (ARF-LM)

1: Obtención y preparación de datos



2: Identificación de zonas homogéneas



3: Ajuste distribución de probabilidad



4: Cálculo de cuantiles



5: Mapeo

El procedimiento ARF-LM implementado de manera específica para el análisis y mapeo de la frecuencia de sequías se compone de 5 etapas sucesivas

Para desarrollarlas, se pueden utilizar diversas herramientas de apoyo. En este tutorial se utiliza como ejemplo, la herramienta L-RAP (MSG E.C. WA, USA).

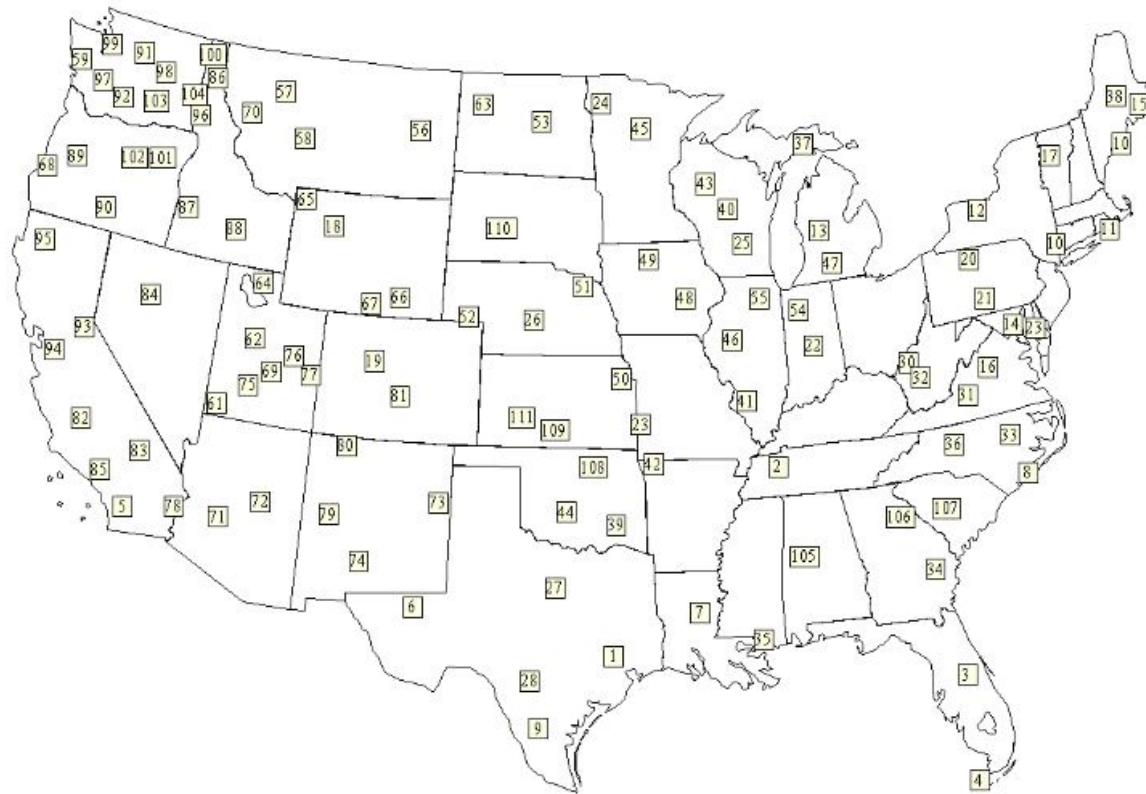
IWR está desarrollando una herramienta gratuita.

También es posible utilizar el software R y paquetes asociados. Para el mapeo se puede utilizar la herramienta L-MAP (CAZALAC, 2010)

EJEMPLOS DE APLICACIÓN A NIVEL INTERNACIONAL

National Drought Atlas Precipitation Statistics

Clicking on any cluster number will allow you to download an Excel file with precipitation data and statistics for that cluster of precipitation stations. Files are about 200k. [HCN data files](#) are also available from NCD C.



NOAA Atlas 14

Precipitation-Frequency Atlas of the United States

Volume 1 Version 4.0: Semiarid Southwest (Arizona,
Southeast California, Nevada, New Mexico,
Utah)

Geoffrey M. Bonnin, Deborah Martin, Bingzhang Lin, Tye Parzybok, Michael Yekta,
David Riley

U.S. Department of Commerce

National Oceanic and Atmospheric Administration

National Weather Service

Silver Spring, Maryland, 2004
revised 2006

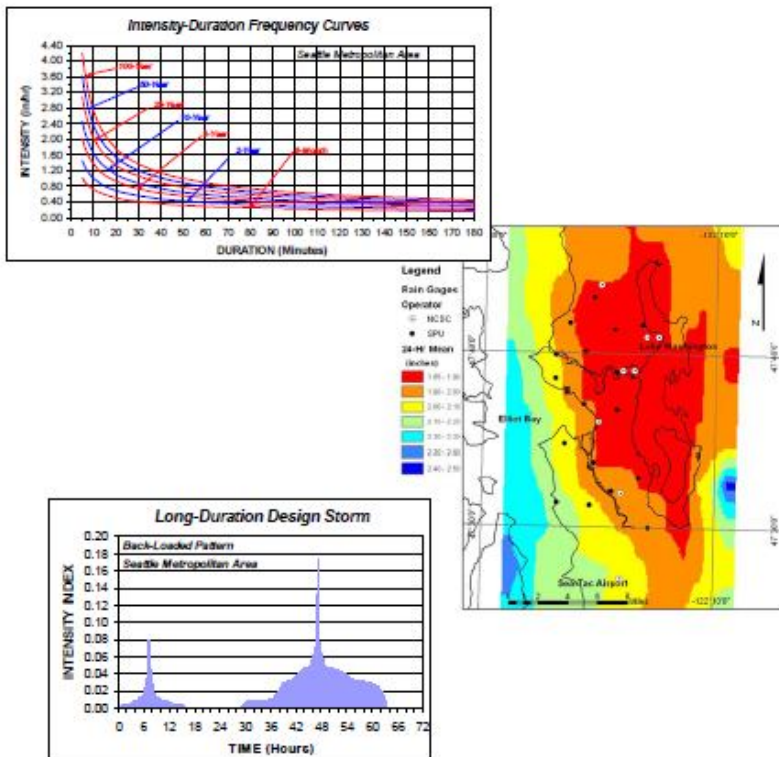
Library of Congress Classification Number

GC
1046
.C8
U6
no. 14
v. 1
(2006)

3.3. Approach

The approach used in this project largely follows the regional frequency analysis using the method of L-moments described in Hosking and Wallis (1997). This section provides an overview of the approach. Greater detail on the approach is provided in Section 4.2.

ANALYSES OF PRECIPITATION-FREQUENCY AND STORM CHARACTERISTICS FOR THE CITY OF SEATTLE



Seattle Public Utilities

December 2003

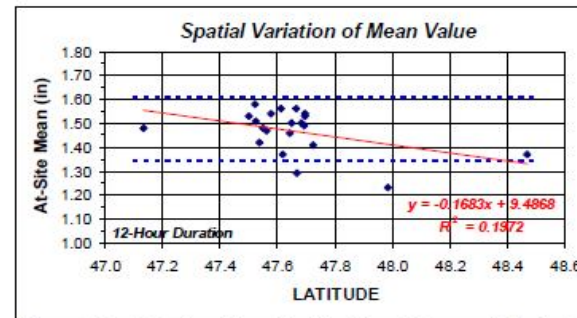


Figure 14c – Relationship of At-Site Mean Values with Latitude for 12-Hour Annual Maxima Precipitation

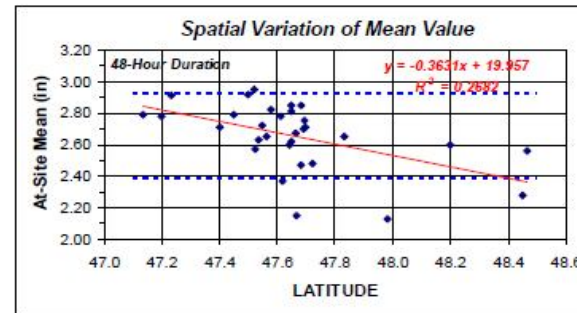


Figure 14d – Relationship of At-Site Mean Values with Latitude for 48-Hour Annual Maxima Precipitation

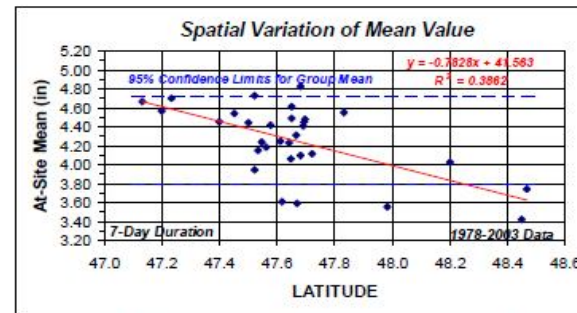


Figure 14e – Relationship of At-Site Mean Values with Latitude for 7-Day Annual Maxima Precipitation

Análisis de frecuencia en hidrología: Tiempo de actualizarse? O los obstáculos son mayores que uno espera?

Flood Frequency Analysis in the United States: Time to Update

Jery R. Stedinger, Ph.D., M.ASCE

Professor, School of Civil and Environmental Engineering
Hollister Hall, Ithaca, NY 14853-3501. E-mail: jrs5@cornell.edu

Veronica W. Griffis, Ph.D., M.ASCE

Assistant Professor, Department of Civil and Environmental Engineering
Michigan Technological University, 1400 Townsend Drive
MI 49931-1295. E-mail: vgriffis@mtu.edu

Introduction

A large portion of the U.S. population, infrastructure, and economic activity is located in flood-prone areas. As a result, floods cause a large number of deaths and cost roughly \$6 billion annually, excluding flooding caused by Hurricane Katrina, which alone cost \$15 billion (www.usgs.gov/hazards/floods/; USGS 2005). The 1993 Midwest flooding along the Mississippi and Missouri Rivers caused \$20 billion in damages. Furthermore, these floods neglect the real costs associated with loss of persons and shattered lives and communities.

risk of flooding. In the United States, that computation is done following guidelines in *Bulletin 17*, for which the latest update, *Bulletin 17B*, was published in 1982 (IACWD 1982). That update includes the skew map published 30 years ago in the original *Bulletin 17* (WRC 1976), and a list of areas needing additional research. *Bulletin 17B* has served the nation for over 30 years; it is a remarkable document that has withstood the test of time and use. However, given long-standing problems listed in the document, recent advances that address those problems, and the current national interest in flood risk, the time has arrived to update *Bulletin 17B* to maintain the statistical credibility of the guidelines and to provide accurate risk and uncertainty assessments.

data. However, the agencies have no enthusiasm for changing their flood risk estimates because a different distribution is adopted, or estimation is now to be done using L-moments. For