



fcfm
Ingeniería
UNIVERSIDAD DE CHILE

Precipitación (cont.)

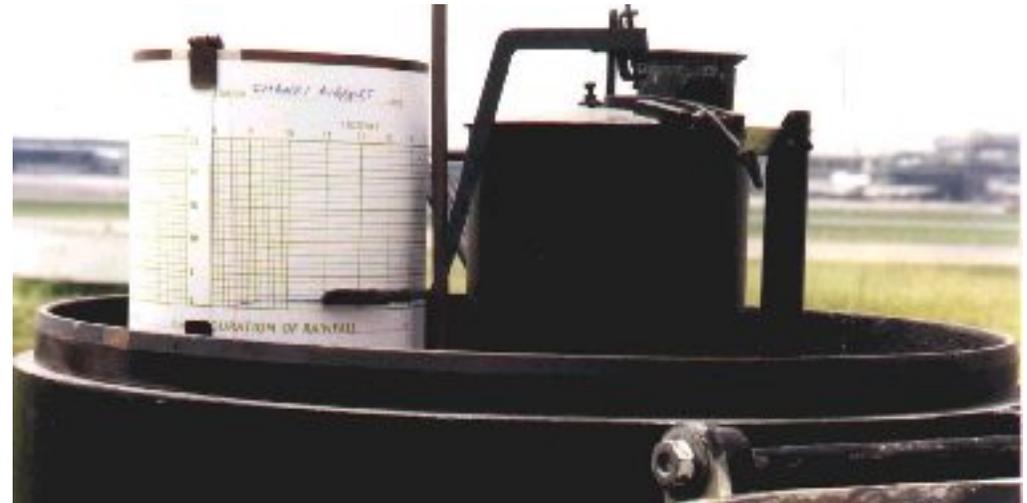
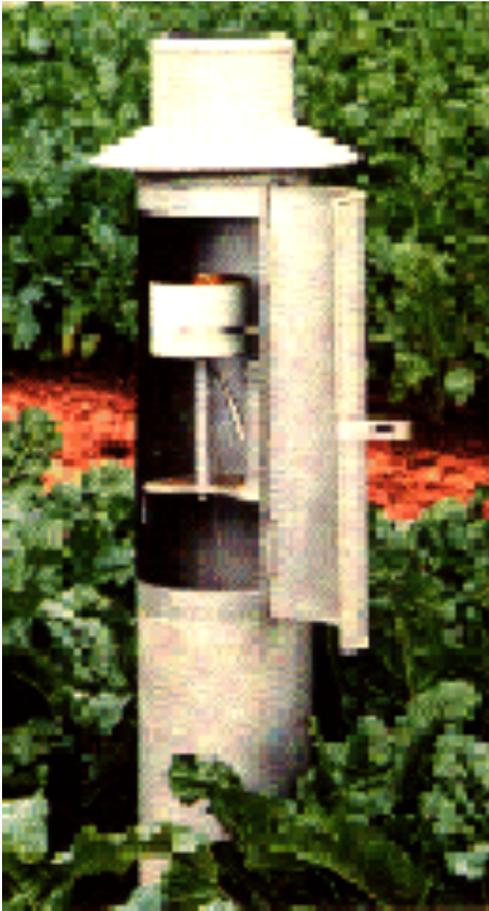
James McPhee

Departamento de Ingeniería Civil
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

Medición de precipitación

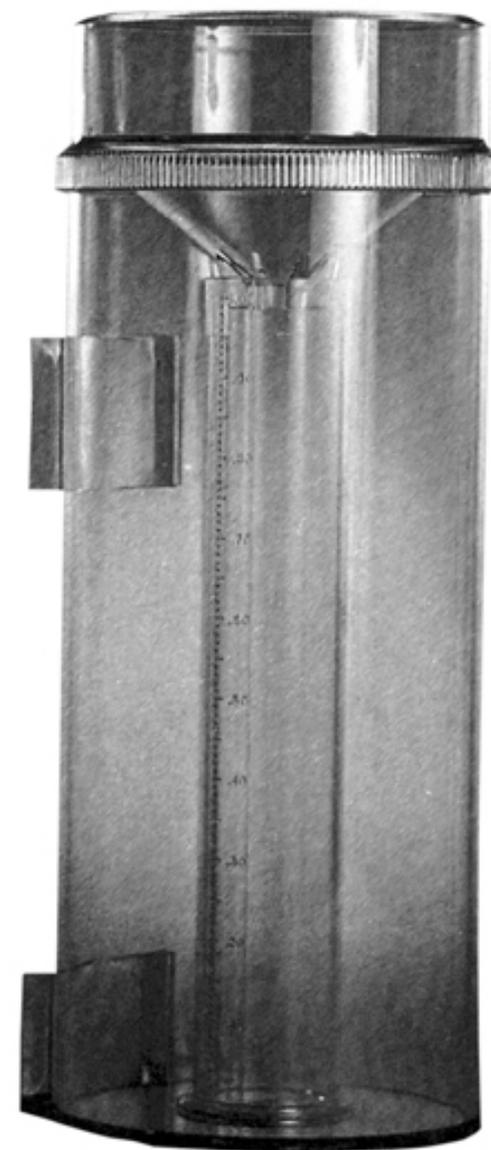
- Medidores sin registro: se miden manualmente en intervalos de tiempo largo ($t > 1$ día)
 - Estándar (P_p diaria, semanal o mensual)
 - Almacenamiento (P_p estacional)
- Medidores con registro: colecta datos automáticamente a intervalos cortos (minutos)
 - Pluviógrafo de balanza
 - Pluviógrafo de flotador
 - Pluviógrafo de cubeta basculante







Transparent view of TB4 shows tipping bucket mechanism



<http://www.geology.buffalo.edu/courses/gly313/Lecture/2TIPBUK.HTM>



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

Fuentes de error

- Ubicación estaciones
 - Efecto “sombra” ejercido por árboles y topografía
- Viento
- Congelamiento



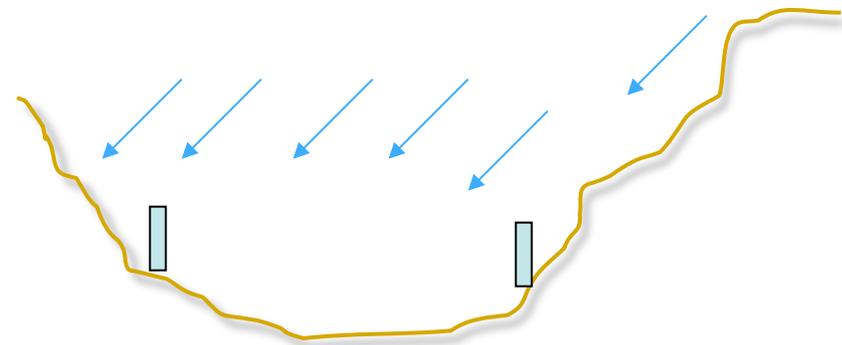
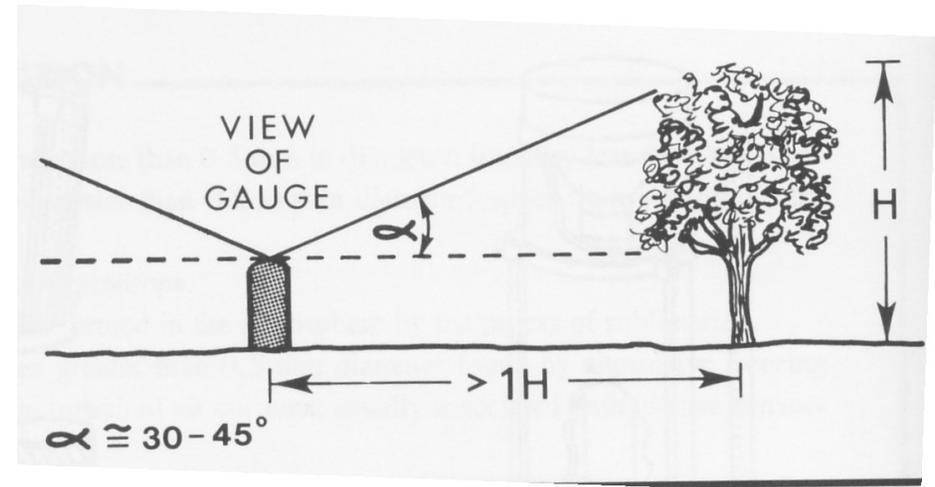
fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

Intalación y ubicación de pluviómetros

- Operación y mantenimiento
- Factores climáticos
- Representatividad
- Tipo de observador
- Objetivo de los datos



Representatividad de las mediciones

- Densidad de estaciones
- Tipo de precipitación
- Forma de la precipitación
- Efecto topográfico
- Efecto vegetación

En áreas agrícolas (Holtan, 1962):

Area (Km ²)	Mínimo
0-0,12	1
0,12-0,4	2
0,4-0,8	3
0,8-2	1 c/0,4 Km ²
2-10	1 c/1 Km ²
10-20	1 c/2,59 Km ²
>20	1 c/7,8 Km ²



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

Representatividad de las mediciones

- Densidad Mínima (Gray, 1979; WMO, 1981)
 - Regiones Planas de Zonas Templadas, mediterráneas y tropicales: 600 a 900 Km² por estación
 - Regiones Montañosas de Zonas Templadas, mediterráneas y tropicales: 100 a 250 Km² por est.
 - Islas montañosas pequeñas con precipitación irregular: 25 Km² por est.
 - Zonas Áridas y Polares: 1.500 a 10.000 Km² por estación

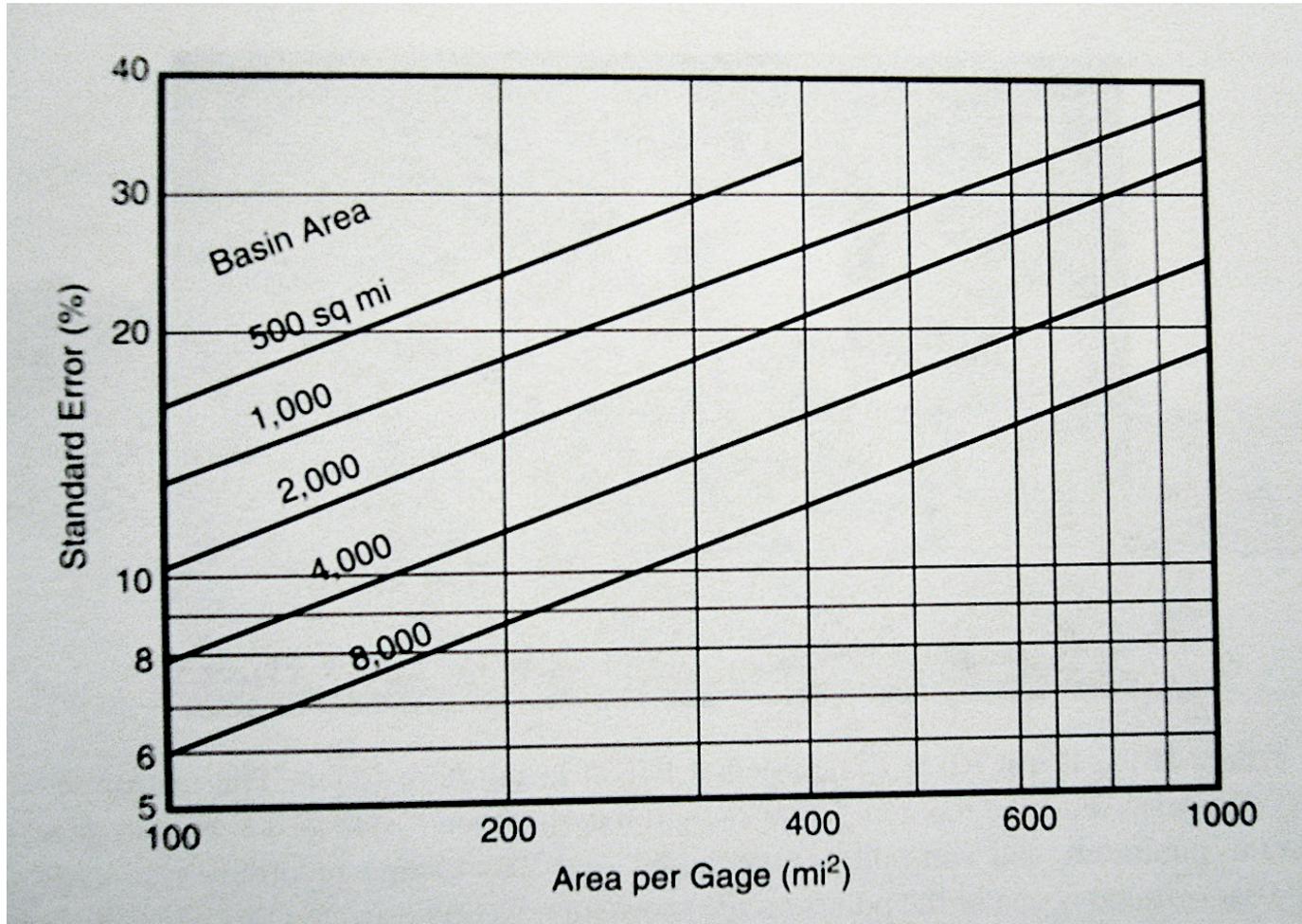


fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

Representatividad de las mediciones



Fuente: Trimble & Ward, Environmental Hydrology



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

Representatividad de las mediciones

- Ejemplo: en una cuenca de 1050 mi^2 existen 7 estaciones pluviométricas. El promedio ponderado de las mediciones durante una tormenta es de 4 plg ¿cuál es el error estándar? ¿qué significa esto?

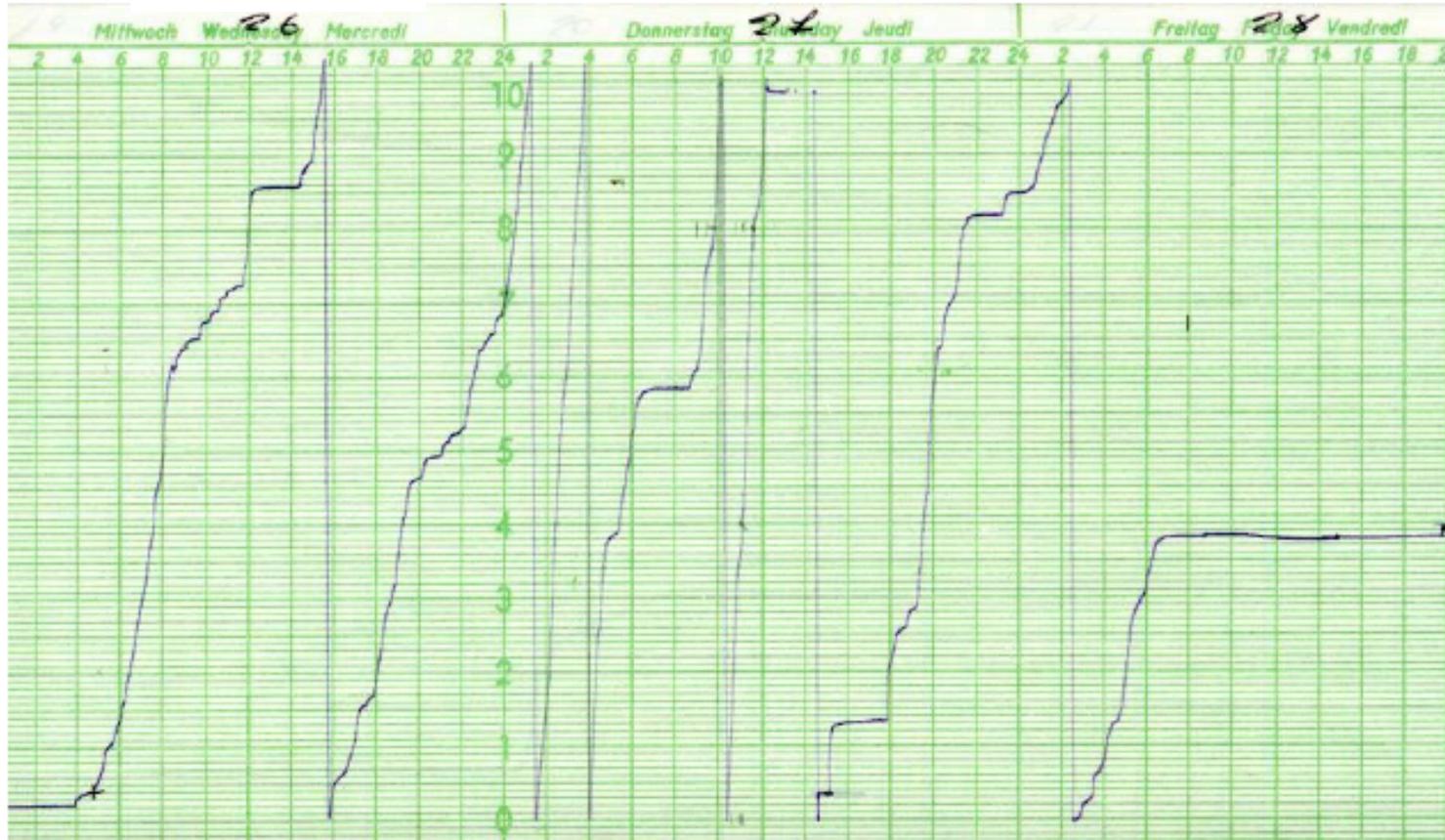


fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Diploma de Postítulo: Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente

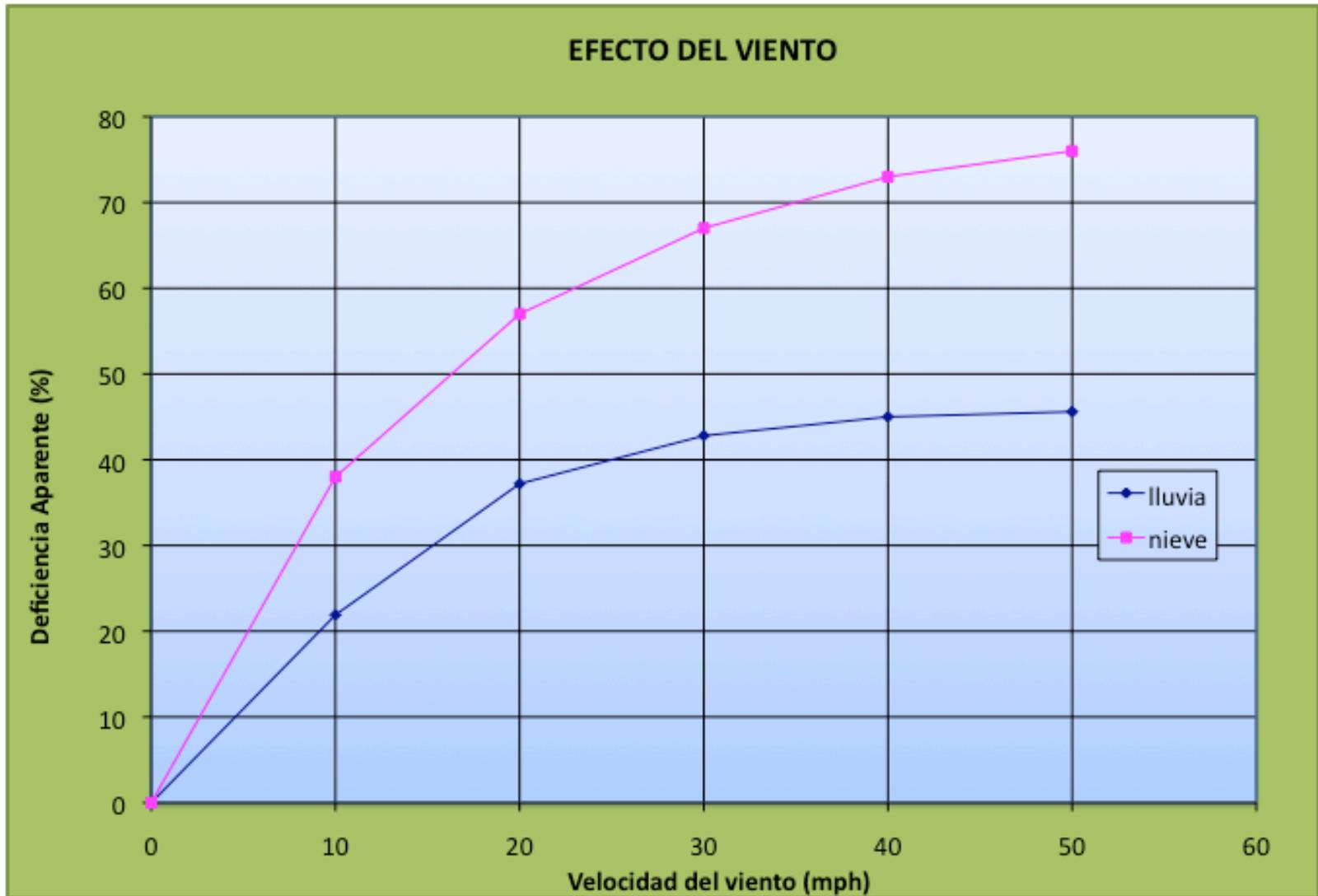
Ejemplo de pluviograma de Concepción.

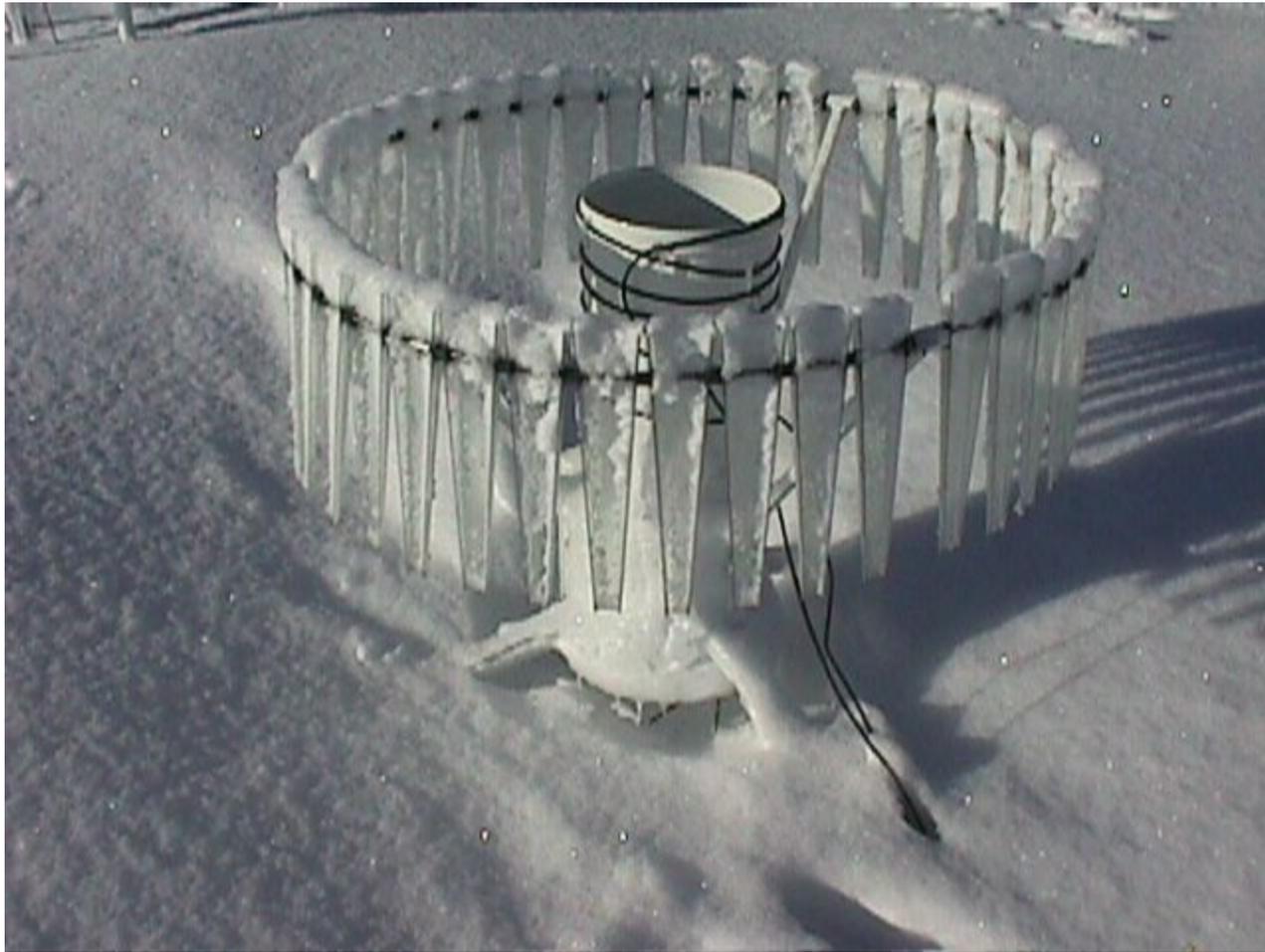


EFEECTO DEL VIENTO

Altura sobre suelo (m)	Altura de agua captada Altura de agua caída (%)
0	100
1	97.5
2	95
5	90
13	75
25	64
70	58







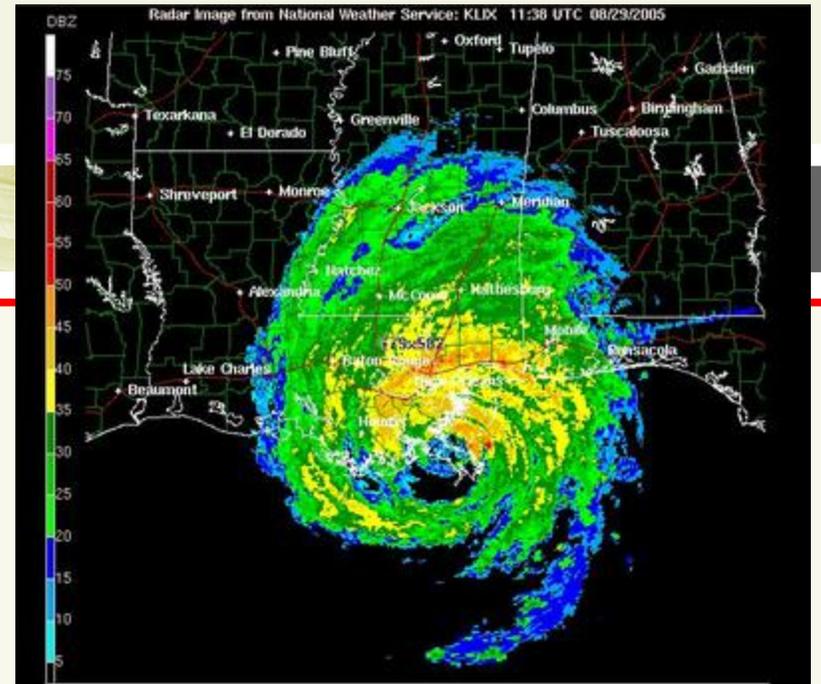
fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Radares

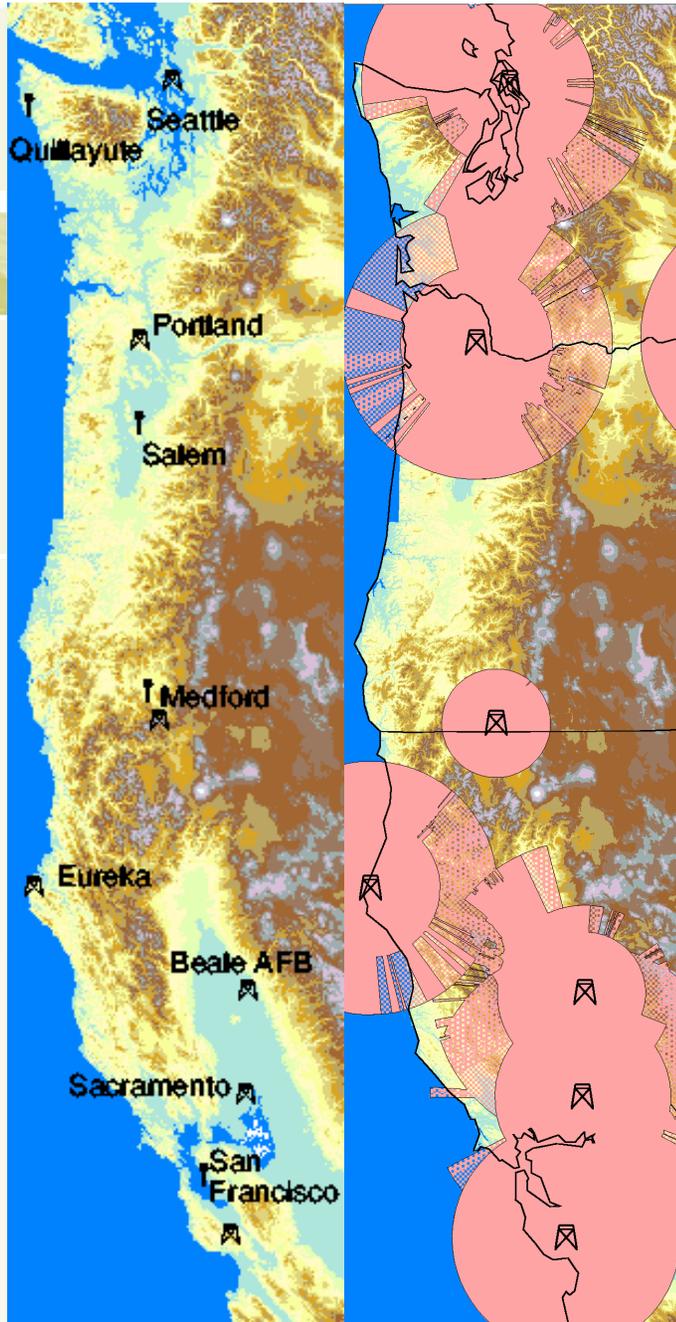


North American Weather Consultants, Inc.



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



The Register-Guard

www.registerguard.com

STORMY WEATHER

Winds land sneak punch



Storm winds in 1993 in the Pacific Northwest were a surprise punch for the West Coast. Winds of 70 mph and gusts of 100 mph were reported in the Pacific Northwest. Winds of 70 mph and gusts of 100 mph were reported in the Pacific Northwest. Winds of 70 mph and gusts of 100 mph were reported in the Pacific Northwest.

Surprise storm packing 70 mph gusts downs trees, damages property

BY JEFF WELBY
Register-Guard
 A surprise storm with 70 mph gusts and 100 mph winds hit the Pacific Northwest coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds.

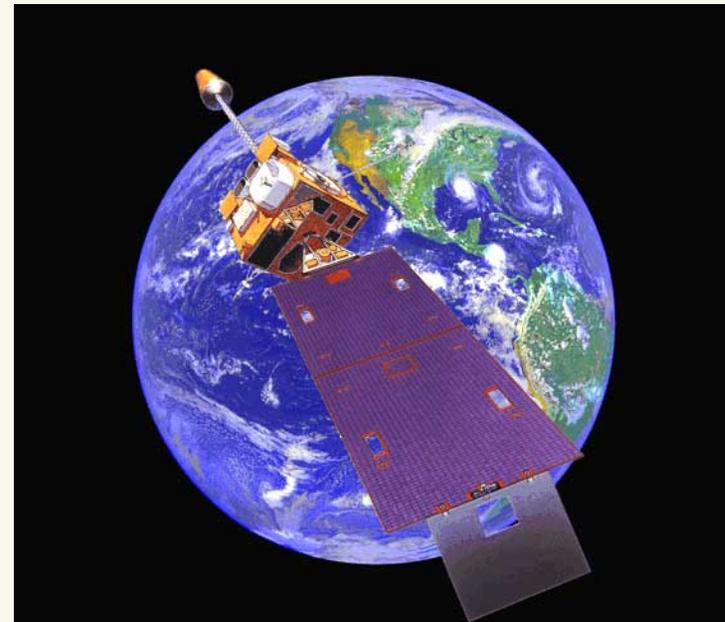
UTILITY HELP
 Electric utility workers are working to clear downed power lines and restore service. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds.



Three men freed after tree flattens their pickup truck
BY JEFF WELBY
 Three men were freed after a large tree fell on top of their pickup truck. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds. The storm hit the coast of the United States on Tuesday, packing 70 mph gusts and 100 mph winds.

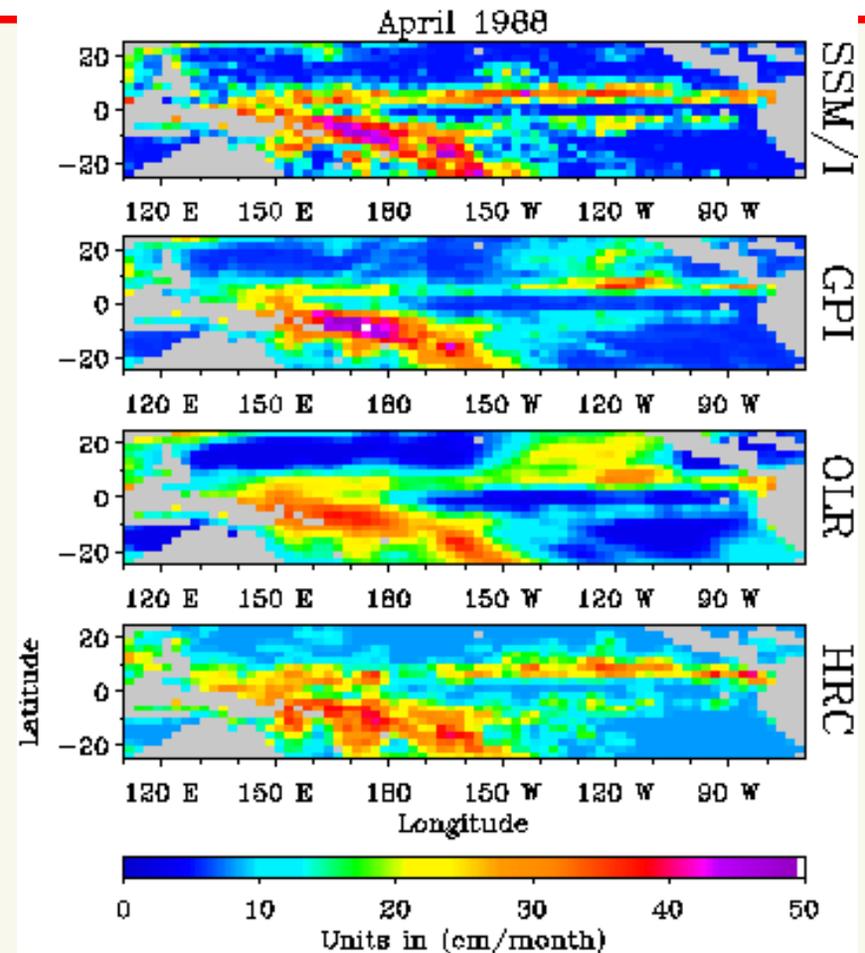
Otras plataformas

- Satelites
 - Geoestacionarios (VIS/IR)
 - Orbita polar (Microondas)



Satelites

- Permiten estimaciones de precipitación sobre áreas extensas
- Grandes incertidumbres en la estimación debido a naturaleza del algoritmo de estimación



Precipitación en un punto

- Tipicamente datos en estaciones meteorológicas ubicadas en lugares distintos al necesario
- También a veces necesario para rellenar datos faltantes en una estación

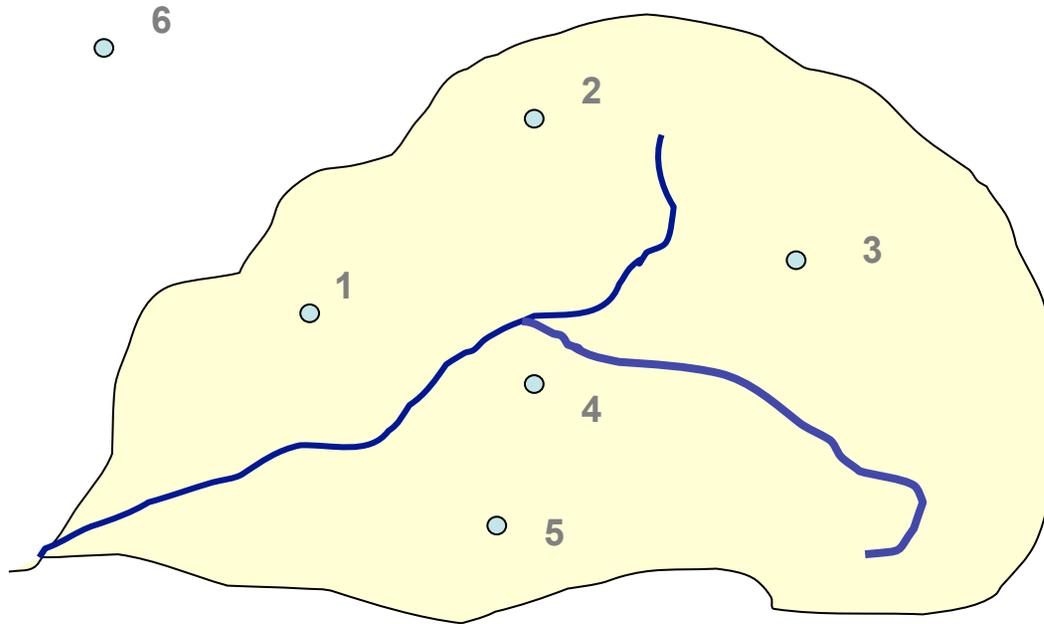
Precipitación media sobre una cuenca

- Promedio aritmético simple
 - Si estaciones uniformemente distribuidas
- Polígonos de Thiessen
 - Si estaciones no uniformemente distribuidas
 - Si efectos orográficos no importantes
- Mapa de Isoyetas
 - Si efectos orográficos importantes



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



$$\bar{P} = \frac{1}{N} \sum P_i$$

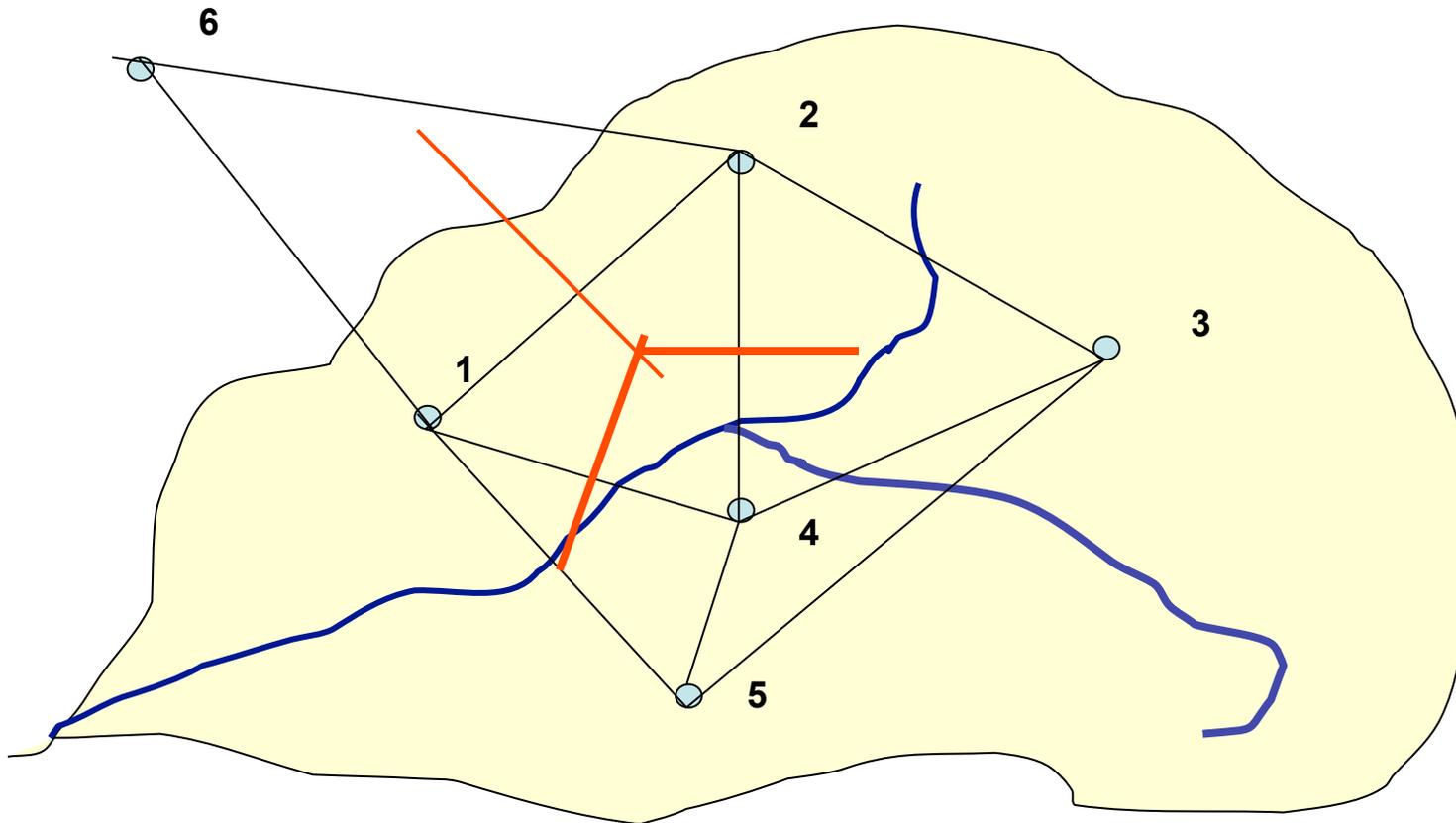
Promedio aritmético

Confiable cuando existen suficientes
estaciones



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



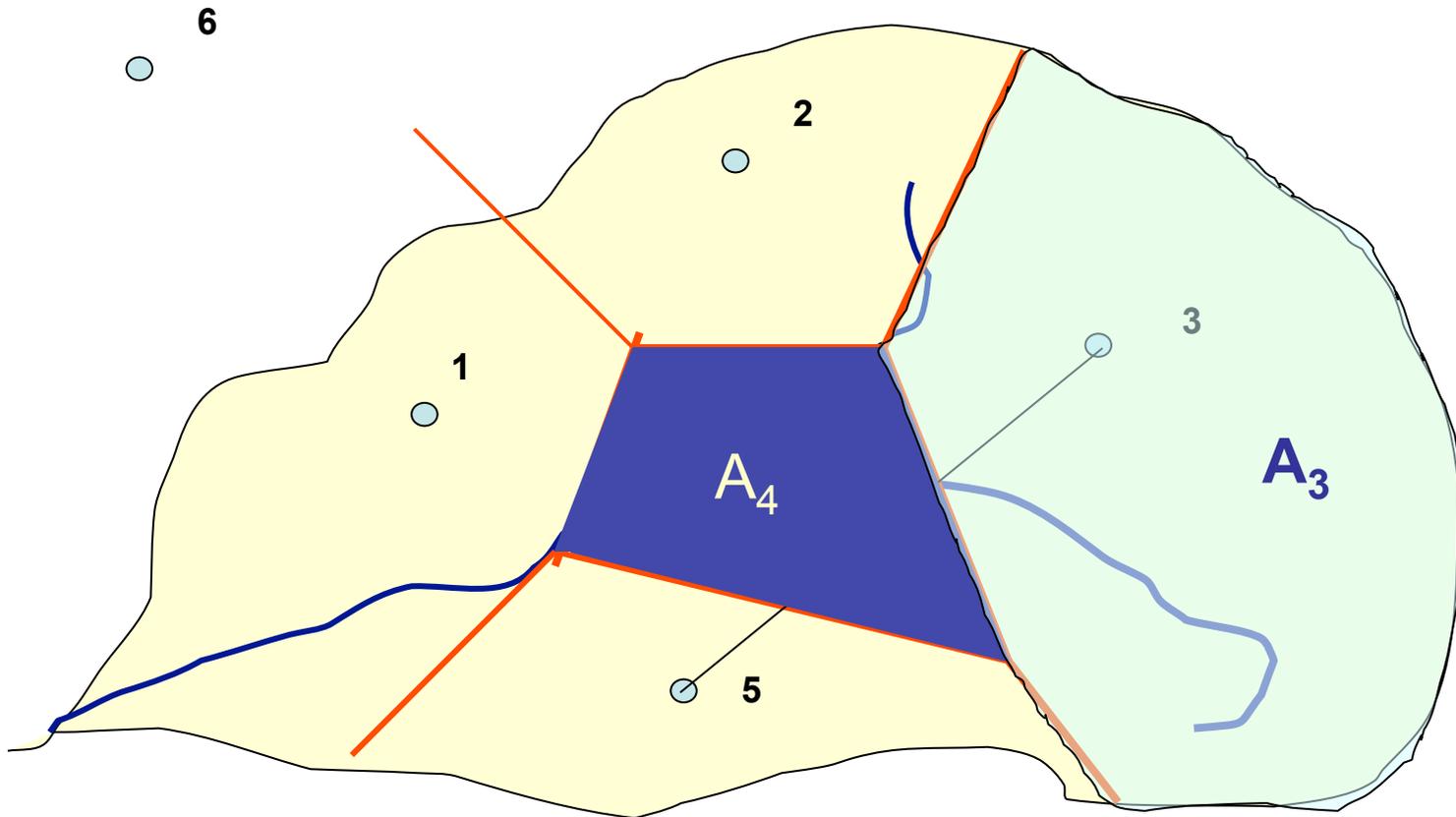
Polígonos de Thiessen

Asigna sub-areas representativas de acuerdo a triangulación de *Delaunay*



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



Polígonos de Thiessen

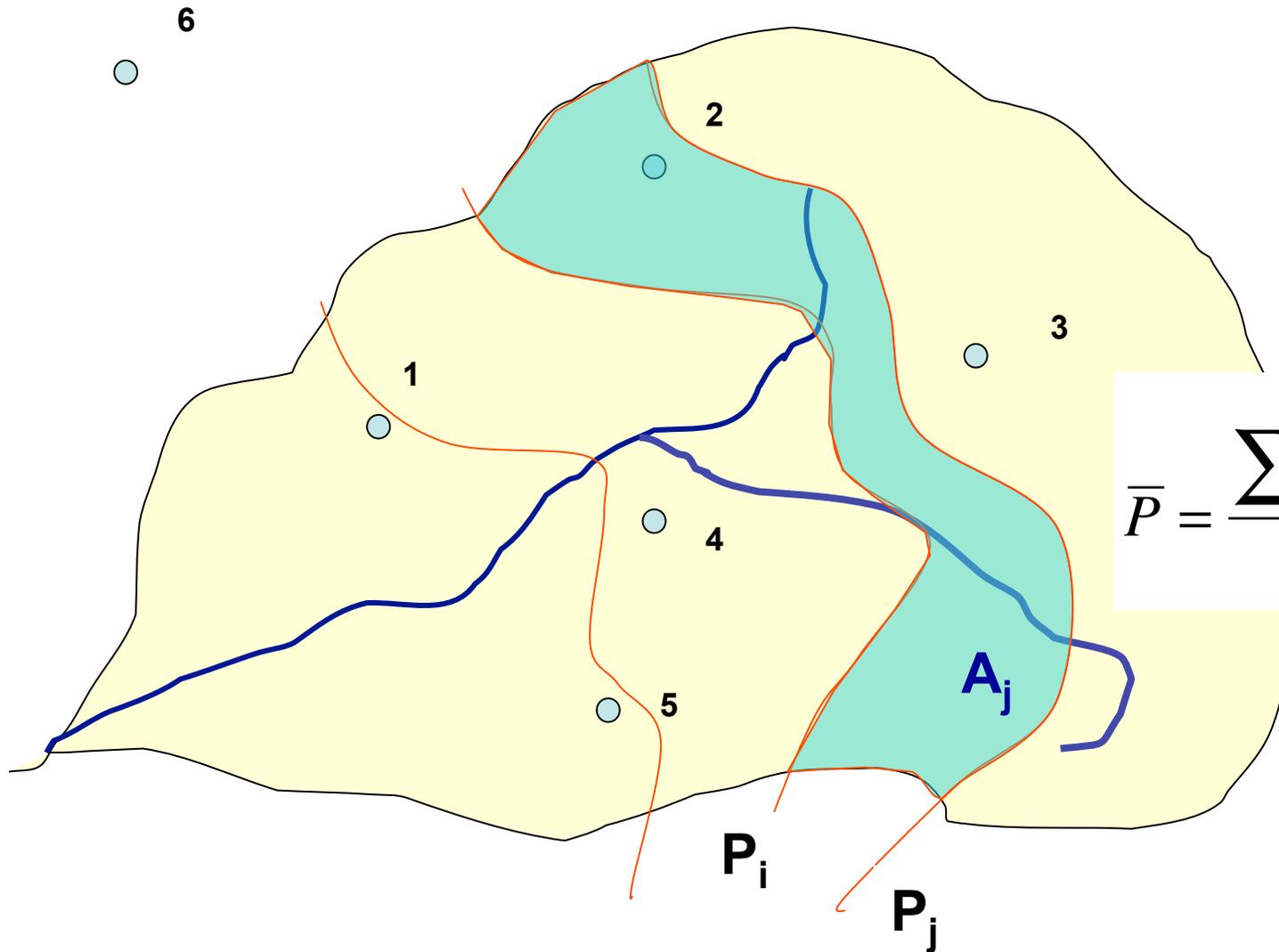
Resultado final no depende de criterio de la persona que hace el análisis

$$\bar{P} = \frac{\sum P_i A_i}{\sum A_i}$$



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE



$$\bar{P} = \frac{\sum A_j (P_i + P_j)}{\sum A_i} / 2$$

Método de Isoyetas

- Interpolación entre estaciones
- Manual o automática



fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE