

**COMPAÑÍA CONTRACTUAL  
MINERA CANDELARIA (CCMC)**

**“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PROYECTO PLANTA DESALINIZADORA  
MINERA CANDELARIA”**

**3536-0000-MM-INF-001\_Rev. 0**

**CAPÍTULO 5**

**LINEA DE BASE  
CLIMA Y METEOROLOGÍA**

**ANEXO 5.1-1  
CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE WLADIMIR KÖPPEN**

## CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE WLADIMIR KÖPPEN

A comienzos del siglo XX el geógrafo, climatólogo y botánico alemán, nacido en San Petersburgo, Wladimir Köppen presentó una clasificación de los climas del mundo, basándose en dos elementos climáticos, la temperatura del aire y la cantidad de agua disponible, en relación con las características fitogeográficas.

### Codificación Según Wladimir Peter Köppen

Esta clasificación climática es algebraica, al considerar valores numéricos y proporciones, y es empírica, al considerar umbrales que condicionan la distribución de la vegetación. La clasificación utiliza un sistema de letras mayúsculas y minúsculas que denotan rasgos particulares de los climas.

### La Primera Letra o Letra Principal (Grupo Climático)

W. Köppen distingue cinco grupos climáticos principales, definidos por umbrales térmicos y de precipitación, que corresponden, a grandes rasgos, a las grandes formaciones de vegetación. Estos climas son designados con las primeras letras del alfabeto, escritas en mayúscula: A, B, C, D y E.

Letra	Umbral Térmico	Clima	Formación de Vegetación
<b>A</b>	Temperatura media mensual superior a 18°C.	Cálidos: tropical lluvioso, sabana, monzón.	Bosque ecuatorial o selva tropical, sabana
<b>B</b>	La evaporación supera a la precipitación.	Secos: áridos y semiáridos	Desierto, estepa
<b>C</b>	La temperatura media del mes más frío es inferior a 18°C y superior a -3°C.	Templados: de lluvias estacionales y lluvias todo el año.	Bosque templado y matorral
<b>D</b>	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C.	Boreales: de lluvias estacionales y lluvias todo el año.	Bosque de coníferas
<b>E</b>	En ningún mes la temperatura media supera los 10°C.	Fríos: tundra y hielo.	Tundra y ausencia de vegetación por presencia de hielo.

También el sistema de clasificación hace uso de otras letras mayúsculas para indicar algunas particularidades climáticas. En este caso, la letra se localiza a continuación de la letra principal, como ocurre con los climas secos (B) que se subdividen en climas semiáridos (BS) y áridos (BW), o bien, para los climas fríos (E) que incluyen a los climas de tundra (ET) y a los de hielo (EF).

### Condiciones para la Segunda Letra Mayúscula

Grupo Climático Principal	Grupo Climático Secundario	Condición
<b>B</b>	<b>BS</b> ( <i>Steppe</i> ) Estepa o Semiárido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si hay lluvias en invierno, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior al doble del valor de la temperatura media anual.</li> <li>- Si hay lluvias en verano, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior al doble de la temperatura media anual más 28° C.</li> <li>- Si las lluvias son irregulares, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior al doble de la temperatura media anual más 14° C.</li> </ul>
	<b>BW</b> ( <i>Wüste</i> ) Desierto o Árido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si hay lluvias en invierno, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior a la temperatura media anual.</li> <li>- Si hay lluvias en verano, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior a la temperatura media anual más 14° C.</li> <li>- Si las lluvias son irregulares, la precipitación anual, en centímetros, debe ser igual o inferior a la temperatura media anual más 7° C.</li> </ul>
<b>E</b>	<b>ET</b> (Tundra) Tundra	- La temperatura media del mes más cálido debe estar entre 0° C y 10° C.
	<b>EF</b> (Frost) Hielo	- La temperatura media del mes más cálido debe ser menor a 0° C.

Cuando la influencia de la altura del relieve es relevante, sobre los 3.000 m.s.n.m., en la caracterización del clima, se hace uso de la letra H, en primera, segunda o tercera posición, dependiendo de las particularidades de cada caso.

### Segunda Letra, en Minúscula (Particularidades Pluviométricas)

Para caracterizar el comportamiento de las lluvias se hace uso de una letra minúscula que sigue a las letras mayúsculas. Estas letras específicamente hacen referencia a la estación seca: f (fehlt), ausencia de estación seca; w (winter), estación seca en invierno; s (sommer), estación seca en verano; m (monzón), estación seca determinada por los vientos monzónicos.

Para asociar una de estas letras minúsculas a aquella que designa al grupo climático, el clima debe poseer ciertas características pluviométricas, que a continuación se describen.

Grupo Climático	Segunda Letra	Características Pluviométricas
A	f	- La precipitación del mes más seco es mayor a 60 mm.
	m	- La precipitación del mes más seco es menor a 60 mm e igual o superior a: 100 mm – (Precipitación media anual en mm/25)
	w	- La precipitación del mes más seco es menor a 60 mm y también inferior a: 100 mm – (Precipitación media anual en mm/25)
BS	s	- La precipitación de invierno (HS: de abril a septiembre, HN: de octubre a marzo) en centímetros igual o menor a dos veces la temperatura media anual en grados Celsius.
	w	- La precipitación de verano (HS: de octubre a marzo, HN: de abril a septiembre) en centímetros es igual o menor a dos veces la temperatura media anual en grados Celsius más 14° C.
	f	- La precipitación anual en centímetros es igual o menor a dos veces la temperatura media anual en grados Celsius más 7° C.
BW	s	- La precipitación de invierno (HS: de abril a septiembre, HN: de octubre a marzo) en centímetros es igual o menor a la temperatura media anual en grados Celsius.
	w	- La precipitación de verano (HS: de octubre a marzo, HN: de abril a septiembre) en centímetros es igual o menor a la temperatura media anual en grados Celsius más 14° C.
	f	- Precipitación anual en centímetros es igual o menor a la temperatura media anual en grados Celsius más 7° C.
C	s	- La precipitación del mes más seco en verano es inferior a un tercio de la del mes más lluvioso de invierno.
	w	- La precipitación del mes más lluvioso en verano es, a lo menos, diez veces mayor que la precipitación del mes más seco de invierno.
	f	- Carece de una estación seca. El monto de precipitación del mes más lluvioso está comprendido entre tres y diez veces la precipitación del mes más seco.
D	s	- La precipitación del mes más seco en verano es inferior a un tercio de la del mes más lluvioso de invierno.
	w	- La precipitación del mes más lluvioso en verano es, a lo menos, diez veces mayor que la precipitación del mes más seco de invierno.
	f	- Carece de una estación seca. El monto de precipitación del mes más lluvioso está comprendido entre tres y diez veces la precipitación del mes más seco.
E	En este grupo climático, la segunda letra no es ni minúscula ni denota una característica pluviométrica, sino que es mayúscula y precisa un rasgo térmico.	
	T	- El mes más cálido tiene una temperatura media entre 0° C y 10° C.
	F	- El mes más cálido tiene una temperatura media inferior a 0° C.

### Tercera Letra, en Minúscula (Particularidades Térmicas)

Para caracterizar el comportamiento térmico anual se hace uso de una letra minúscula que sigue a la letra que expresa las características pluviométricas. Esta letra minúscula, que se posiciona generalmente en tercer lugar dentro de la codificación de Köppen, se asigna al respectivo grupo climático según los siguientes rasgos térmicos:













Grupo Climático	Tercera Letra	Características Térmicas
<b>A</b>	<b>g</b>	- Régimen térmico del Ganges, con máximo térmico mensual anterior al solsticio de verano del hemisferio respectivo.
	<b>g'</b>	- Régimen térmico del Sudán, con máximo térmico mensual posterior al solsticio de verano del hemisferio respectivo.
<b>BS</b>	<b>h</b> ( <i>heiss</i> )	- La temperatura media anual es superior a 18° C.
	<b>k</b> ( <i>kalt</i> )	- La temperatura media anual es inferior a 18° C.
	<b>k'</b>	- Las temperaturas media anual y media mensual del mes más calido es inferior a 18° C.
<b>BW</b>	<b>h</b>	- La temperatura media anual es superior a 18° C.
	<b>k</b>	- La temperatura media anual es inferior a 18° C.
	<b>k'</b>	- Las temperaturas media anual y media mensual del mes más calido es inferior a 18° C.
	<b>n</b> ( <i>nebel</i> )	- Presencia frecuente de nieblas.
<b>C</b>	<b>a</b>	- La temperatura media del mes más cálido es superior a los 22° C.
	<b>b</b>	- La temperatura media del mes más cálido es inferior a los 22° C y, al menos, cuatro meses, con temperaturas medias que superan los 10° C.
	<b>c</b>	- La temperatura media del mes más frío es superior a -38° C y el mes más cálido es inferior a 22° C, y menos de cuatro meses tienen una temperatura media que supera los 10° C.
	<b>l</b> ( <i>lauwarm</i> )	- Las temperaturas medias de todos los meses del año se encuentran entre 10° C y 22° C.
<b>D</b>	<b>a</b>	- La temperatura media del mes más cálido es superior a los 22° C.
	<b>b</b>	- La temperatura media del mes más cálido es inferior a los 22° C y, al menos, cuatro meses, con temperaturas medias que superan los 10° C.
	<b>c</b>	- La temperatura media del mes más frío es superior a -38° C y el mes más cálido es inferior a 22° C, y menos de cuatro meses tienen una temperatura media que supera los 10° C.
	<b>l</b>	- Las temperaturas medias de todos los meses del año se encuentran entre 10° C y 22° C.
	<b>d</b>	- La temperatura media mensual del mes más frío es inferior a los -38° C.

### Otras Letras, en Minúscula (Particularidades Específicas)

Para indicar la existencia de matices en las características pluviométricas o térmicas se pueden agregar nuevas letras, o bien, incorporar una comilla a la letra respectiva. Por ejemplo:

<b>Letras Minúsculas</b>	<b>Características</b>
<b>i</b>	- Régimen isotérmico, cuya amplitud térmica anual no sobrepasa los 5° C.
<b>n'</b>	- Nieblas raras, pero mucha humedad del aire y falta de lluvias con una temperatura relativamente baja (verano con menos de 24° C).
<b>n''</b>	- Nieblas raras, pero mucha humedad del aire y falta de lluvias con una temperatura en verano entre 24° C y 28° C.
<b>n'''</b>	- Nieblas raras, pero mucha humedad del aire y falta de lluvias con una temperatura en verano sobre los 28° C.
<b>s'</b>	- La época más seca en el verano del hemisferio correspondiente y con la temporada de lluvias retrasada hasta el otoño.
<b>s''</b>	- La época más seca en el verano del hemisferio correspondiente y con la temporada de lluvias dividida en dos períodos, con una corta temporada de sequía intercalada.
<b>v</b>	- La época más caliente está retrasada hasta el otoño y los valores de la temperatura son semejantes a los registrados en las Islas de Cabo Verde.
<b>w'</b>	- La época más seca es en el invierno del hemisferio correspondiente y con la temporada de lluvias retrasada hasta el otoño.
<b>w''</b>	- La época más seca es en el invierno del hemisferio correspondiente y con la temporada de lluvias dividida en dos períodos, con una corta temporada de sequía intercalada.
<b>x</b>	- Máxima de las lluvias en primavera y al principio del verano.
<b>x'</b>	- Lluvias ocasionales, pero intensas, en todas las estaciones.

En Chile es posible reconocer los siguientes climas secos, cálidos, templados y fríos, según el sistema de W. Köppen:

<b>CÁLIDO</b>	TROPICAL	 <b>Afa</b>	Tropical lluvioso
	<b>SECOS</b>	ÁRIDOS	 <b>BWk</b>
 <b>BWk'</b>			Árido muy frío
 <b>BWn</b>			Árido con nublados abundantes
SEMIÁRIDOS		 <b>BSks</b>	Semiárido templado con lluvias invernales
		 <b>BSk's</b>	Semiárido muy frío con lluvias invernales
		 <b>BSn</b>	Semiárido con nublados abundantes
<b>TEMPLADOS</b>	LLUVIAS EN INVIERNO	 <b>Csb</b>	Templado cálido con lluvias invernales
		 <b>Csb n</b>	Templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad
		 <b>Csb n's</b>	Templado cálido con lluvias invernales y gran humedad atmosférica
		 <b>Csc</b>	Templado frío con lluvias invernales
	LLUVIAS TODO EL AÑO	 <b>Cfb</b>	Templado lluvioso cálido sin estación seca
		 <b>Cfbs</b>	Templado lluvioso cálido con influencia mediterránea
		 <b>Cfc</b>	Templado lluvioso frío sin estación seca
		 <b>Cfcs</b>	Templado lluvioso frío con influencia mediterránea
<b>FRÍOS</b>	TUNDRA	 <b>ET</b>	Frío de tundra
		 <b>ETi</b>	Frío de tundra isotérmico
		 <b>ETH</b>	Frío de tundra por altura
	HIELO	 <b>EF</b>	Frío de hielo polar
		 <b>EFH</b>	Frío de hielo por altura

## Referencias Bibliográficas

ACEITUNO, PATRICIO et al. Meteorología interactiva [en línea]. Departamento de Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. <<http://www.atmosfera.cl>> [Consulta: 6 de junio 2005].

AGUILERA ARILLA, Ma. José et al. Geografía General (Geografía Física). Unidades Didácticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 1994.

AGUILERA ARILLA, MA. JOSÉ et al. Ejercicios prácticos de Geografía Física. Unidades Didácticas. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 1997.

BELTRANDO, GERARD Y CHEMERY, LAURE. Dictionnaire du climat. Références Larousse. Ed. Larousse. París, Francia. 1995.

CANTY AND ASSOCIATES LLC. WEATHERBASE <sup>SM</sup> [en línea]. Canty and Associates LLC. Great Falls, Virginia, Estados Unidos. <<http://www.weatherbase.com>> [Consulta: 12 de junio 2005]

DI CASTRI, FRANCESCO Y HAJEK, ERNEST. Bioclimatología de Chile. Editorial Vicerrectoría Académica de la Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 1976.  
Diercke, Weltatlas. Diercke Weltatlas. Westermann. Braunschweig, Alemania. 1974

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE (DMC). Anuario Climatológico de Chile, 1961-1990. (Desde 1971 a 1998 con el título Anuario Meteorológico; desde 1999 con el título Anuario climatológico). Dirección Meteorológica de Chile. Santiago, Chile.

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE (DMC). Climatología de Chile. Dirección Meteorológica de Chile. Santiago, Chile. 2001.

ERRÁZURIZ, ANA et al. Manual de Geografía de Chile. Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile. 1998.

FUENZALIDA PONCE, HUMBERTO. Climatología de Chile, Depto. de Geofísica y Geodesia, publicación interna. Santiago, Chile. 1971.

FUENZALIDA VILLEGAS, HUMBERTO. Clima, cap. IV. En: Geografía Económica de Chile. Texto refundido de CORFO. Pág. 98-152. Santiago Chile. 1965.

GIL OLCINA, ANTONIO Y OLCINA CANTOS, JORGE. Climatología básica. Ariel Geografía, Editorial Ariel S. A. Barcelona, España. 1999.

GIL OLCINA, ANTONIO Y OLCINA CANTOS, JORGE. Climatología general. Ariel Geografía, Editorial Ariel S. A. Barcelona, España. 1997.

KOEPPEL, WILHELM [I.E. KÖPPEN, WLADIMIR. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Versión directa de Pedro R. Hendrischs Pérez. Fondo de Cultura Económica. México. 1948.



RODRÍGUEZ, ELMER. Clasificación Climática de Wilhelm Koeppen.[i.e. Wladimir Köppen] Publicación n° 1, col. Boletín Instituto de Geografía. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 1974.

SALGADO, L. 2000. Manual de Estándares Técnicos y Económicos para Obras de Drenaje. Comisión Nacional de Riego.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. 1993. Soil Survey Manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

VERA, W. 1994. Mineralogía de Suelos. En: Suelos una Visión Actualizada del Recurso. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Publ. Misc. Agr. N° 38.