

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1979

05.79.03

CNEA-NT 12/79

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
CENTRO ATOMICO BARILOCHE

TABLA DE GRADOS - DIA PARA LA REGION SUR ARGENTINA

C.R. Garibotti* y Eduardo Piacentini**

- * Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
- ** Servicio Meteorológico Nacional (Buenos Aires) - Investigador en la Carrera para el Personal Científico de las FFAA (DIGID).

RESUMEN

Se ha calculado las tablas de grado-día para 36 ciudades argentinas ubicadas al sur del paralelo 33°. El conocimiento de este parámetro permite una evaluación eficiente de la carga térmica media, la previsión de las necesidades energéticas y optimizar el diseño de la aislación de un edificio. Además, suministra una medida de la severidad del clima en un dado lugar.

A partir de los registros de temperatura se evaluaron los grados-días requeridos, cada mes, para mantener una temperatura de referencia en un edificio. Se adoptó como temperatura interior 18°C. Se efectuó una estadística en base a los datos de ocho años y se tabularon los valores medios mensuales y los totales anuales para cada localidad.

DEGREE-DAY TABLES FOR SOUTHERN ARGENTINE

ABSTRACT

We have calculated the degree-day tables for 36 Argentinian cities South of the 33°parallel. The knowledge of this parameter allows for the evaluation of the rate of heat loss, the energy requirements for heating and an optimal isolation design of a building. Furthermore, it gives a measure of the severity of weather in a given location.

From the temperature data we have evaluated in a monthly basis, the number of degree-days required to maintain a reference temperature into the building. We took 18°C as the indoor temperature. The mean values have been computed from eight years of temperature data. The mean monthly and total annual values are tabulated for each place.

INTRODUCCION

Para determinar las necesidades de calefacción de un edificio es necesario calcular el flujo de calor perdido por este. A diferencia de los sistemas de calefacción convencionales la eficiencia y rendimiento económico de un sistema solar de calefacción depende mucho de la relación entre su tamaño y la carga térmica del edificio. Para dimensionar un sistema convencional es usualmente suficiente estimar la probable carga térmica máxima ya que la amortización del incremento del costo inicial debido al sobredimensionamiento del sistema no representa una parte importante del costo operativo. Las variaciones térmicas del lugar son afrontadas mediante un mayor o menor consumo de combustible. En cambio un sistema solar, consistente de colectores y depósitos de calor, compromete una alta inversión inicial. La energía resultante de un sistema solar, diseñado para cubrir necesidades de pico, puede ser excesivamente cara, por eso debe ser proyectado de forma tal que sea capaz de afrontar las cargas térmicas globales promediadas en un largo período. En general se usan medias mensuales. Estas consideraciones pueden extenderse a otro elemento importante de un edificio: la aislación. A partir del proyecto de construcción pueden evaluarse las cargas térmicas medias conseguidas con distintas aislaciones en los muros, las ventanas y el techo. La aislación óptima será aquella que minimice la razón entre la amortización mensual de su costo y el precio de la energía media consumida mensualmente. En cambio si la aislación se diseña de modo tal de afrontar las condiciones extremas de temperatura aquella razón puede resultar superior que la unidad y la inversión no resultará rentable.

DEFINICION Y USO DEL GRADO-DIA

La pérdida de calor de un edificio se debe principalmente a dos causas: conducción a través de la superficie y pérdida por renovación del aire. Ambos efectos dependen de la diferencia entre la temperatura interior T_a y la exterior T_e . La pérdida en un intervalo de tiempo Δt es:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = V (T_a - T_e) \quad (1)$$

El coeficiente total de transmisión térmica V puede expresarse como:

$$V = V_v + V_e$$

El V_v corresponde a la ventilación y puede escribirse en función del volumen medio A , capacidad calórica c y densidad ρ del aire renovado, como:

$$V_v = c \rho A \quad (2)$$

El coeficiente de conducción global a través de las superficies externas V_e depende de las características de construcción y del viento medio sobre cada superficie. Los métodos y tablas para evaluarlo pueden encontrarse en la referencia 1.

Para obtener la pérdida durante un período dilatado de tiempo es necesario integrar la ecuación (1):

LOCALIDAD	EN	FEB	MAR	AB	MAYO	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	DISP
USHUAHIA	270	254	312	365	465	492	520	482	404	366	303	276	4509	111
* R. GRANDE(2)	228	228	293	371	488	540	561	540	425	363	296	252	4585	
RIO GALLEGOS	165	165	230	312	450	500	535	467	366	297	207	185	3878	174
C. RIVADAVIA	54	54	101	153	282	342	352	314	230	176	96	69	2223	149
TRELEW	27	33	80	165	279	371	366	318	213	144	71	36	2105	109
*ESQUEL (7)	153	149	221	297	405	498	498	476	380	323	204	173	3777	123
BARILOCHE	158	164	236	327	404	470	492	479	401	345	234	194	3904	105
VIEDMA (6)	23	24	63	161	263	327	354	323	208	143	69	35	1993	150
NEUQUEN	16	26	75	177	276	357	375	320	206	135	51	24	2038	72
CIPOLETTI	14	24	80	183	279	351	369	320	210	132	45	20	2027	55
S.A. OESTE	11	14	50	128	225	310	309	276	182	107	44	17	1673	117
B.BLANCA	20	22	56	137	222	307	319	287	197	137	68	29	1793	99
TRES ARROYOS	15	20	56	141	240	312	325	303	209	144	68	26	1859	99

LOCALIDAD	EN	FEB	MAR	AB	MAYO	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	DISP
NECOCHEA (7)	17	23	47	125	227	296	318	300	207	149	72	30	1811	66
M. DEL PLATA	29	27	48	126	215	285	299	290	216	167	101	51	1854	89
*SALCARCE (3)	21	33	41	134	242	309	322	293	209	159	84	42	1889	
LAPRIDA	14	22	57	150	246	319	336	311	207	141	62	24	1889	132
TANDIL	30	33	59	138	239	311	316	308	216	167	96	44	1957	154
AZUL	14	22	54	149	246	316	329	314	210	144	63	21	1882	79
DOLORES	20	22	44	122	209	279	293	278	188	134	69	38	1696	119
LAS FLORES	11	15	42	117	203	274	285	270	171	113	41	15	1557	81
9 DE JULIO	8	9	30	99	186	259	267	251	146	89	24	8	1376	54
LA PLATA	3	8	23	81	162	236	247	233	141	87	29	11	1261	39
JUNIN	14	17	39	110	192	264	273	267	168	117	47	21	1529	81
EZEIZA	12	15	35	99	174	246	252	242	158	113	51	23	1420	78
MORON	6	9	24	83	156	223	234	221	135	92	38	17	1238	53

LOCALIDAD	EN	FEB	MAR	AB	MAYO	JUN	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	DISP
SAN MIGUEL	3	6	23	84	162	234	245	228	131	78	23	8	1225	48
D.TORCUATO	2	5	18	81	152	219	231	216	119	69	16	6	1134	62
*PERGAMINO(6)	5	9	24	90	170	259	251	236	137	78	23	8	1291	66
C.ALVEAR(Mza)	11	23	71	137	212	315	338	291	191	110	36	15	1750	57
S.RAFael	12	20	66	132	237	312	330	294	185	113	50	20	1771	68
MENDOZA	3	8	38	107	224	300	326	269	149	77	26	9	1536	41
GRAL. PICO	8	14	45	119	219	299	315	285	173	99	27	11	1614	59
S. ROSA	16	21	54	132	224	300	315	287	186	125	51	23	1734	54
*V.MERCEDES(5)	11	17	51	119	234	320	342	293	156	92	36	11	1682	
S. LUIS	6	8	39	86	174	249	270	227	117	66	29	12	1283	90

$$Q = V \int (T_a - T_e) dt = V I \quad (3)$$

donde en la integral I se consideran sólo aquellos períodos en que $T_a - T_e$ es positivo. Si como unidad de tiempo se adopta el día, la integral ^a queda expresada en la unidad grado-día (GD). Podemos ejemplificar el significado del GD diciendo que, si durante todo un día la temperatura exterior es un grado centígrado inferior a la del ambiente interno la integral vale un GD. A partir de los datos meteorológicos puede evaluarse la integral durante un período determinado de tiempo. Medias sobre el período invernal completo han sido publicadas por IRAM (Ref.2.1), pero un sistema solar puede resultar sub-dimensionado cuando se usan promedios sobre un período demasiado largo. Períodos mensuales representan el menor intervalo de tiempo donde podemos dar valores estadísticos significativos de I para cada localidad. Multiplicando estos por la V correspondiente al edificio se obtiene el requerimiento energético durante el mes. Con la información anterior y los datos de radiación del lugar puede dimensionarse el calefactor solar de forma de satisfacer las necesidades medias durante el mes más rígido. Del mismo modo puede elegirse el tipo de aislación a usar en la construcción. A diferentes materiales y técnicas corresponden diferentes valores de V y del precio de construcción, usando la tabla de GD pueden obtenerse los correspondientes valores del Q mensual y de la energía mensual que se consumirá usando un calefactor convencional, siendo así posible optimizar la elección como se dijo en la sección 1.

Finalmente los valores de GD dan una medida de la severidad del clima en un lugar.

CALCULO DE LAS TABLAS

En este trabajo se han evaluado los grados días mensuales para las ciudades argentinas más importantes ubicadas al sur del paralelo 33. Con este objeto se han utilizado los registros de temperatura efectuados por el Servicio Meteorológico Nacional. Si bien en varias estaciones se disponen registros horarios y bi-horarios, para uniformizar la estadística se han utilizado, en todas, las mediciones de las horas 2,8,14 y 20. En base a éstas se han calculado los GD mensuales desde el año 1968 hasta el 1975. Finalmente se evaluaron los promedios para cada mes y para los totales anuales. En las ciudades marcadas con un asterisco la estadística cubre un número de años menor que ocho, el cuál está indicado entre paréntesis. En la última columna de la tabla figura la dispersión cuadrática media de los promedios anuales. Se observa que es siempre menor que el 8% de dichos promedios. Como valor de la temperatura constante interior del edificio se ha considerado 18°C. Esta es algo inferior a la de 20 a 22°C considerada usualmente como temperatura de confort, pero la diferencia es compensada por el calor suministrado por artefactos, lámparas y actividad humana.

Si bien conocidas, parece de interés remarcar algunas características de las tablas. En un mismo paralelo las ciudades de la costa presentan menor requerimientos energéticos que las del interior. En las localidades andino-patagónicas se mantiene alto el valor de GD durante el verano. Esto indica que una aislación adecuada se amortiza en un plazo menor que en zonas de veranos más templados, también abre perspectivas a la aplicación solar.

Para la comparación de las presentes tablas, expresadas en grado cen

tígrado-día, con algunas del hemisferio norte que son dadas en grados Fahrenheit, deben multiplicarse los valores por 1,8.

Los autores agradecen la colaboración de la Srta.Liliana Esqueff del Servicio Meteorológico Nacional.

Referencias

1. American Soc.for Heating, Ref.and Air conditioning Engineers. ASHRAE Handbook of Fundamentals, New York, N.Y. 1977.-
2. Norma IRAM 11-603, 1978.