

FIG. 1.^a—Aparato para determinación de soleamiento.

Iluminación solar en el Urbanismo

TABLAS PARA CALCULAR LA MEDIDA CORRECTA EN QUE LAS CONSTRUCCIONES HAN DE ESTAR EXPUESTAS A LA LUZ SOLAR DIRECTA Y A LA LUZ DIFUSA

O. H. Strohmeyer. (*Fachverlag der Wohnungswirtschaft.*)

No hay hombre más desgraciado que aquel que no tiene asilo. Estar bajo techo significaba ya para los hombres primitivos la protección más esencial contra la intemperie, así como también la posibilidad de conservar la conquista humana más importante: el fuego. Entre los dos extremos, el trópico y el ártico, se extienden las regiones templadas donde la construcción ha sido llevada por el hombre a su más alta perfección; pues aquí ya no es una mera protección contra el frío y el calor, sino que se han podido captar, incluso, dos cosas tan importantes para la vivienda como la luz y el brillo del sol.

Esto no ha sido posible hasta la conquista del vidrio, que no deja pe-

netrar ni la lluvia ni el viento, pero sí los rayos de luz y, en cierta medida también, el calor y el frío. Realmente, toda superficie de cristal constituye una parte vulnerable en el cuerpo de la construcción, pues una pedrada podrá destruirlo y cualquier curioso podrá mirar. En este sentido, podemos decir que nuestra arquitectura moderna, con su abundante empleo de cristal, es un símbolo de la creciente seguridad en la vida entre los seres humanos, mientras que las fortalezas, con sus pocas y pequeñas ventanas, nos advierten que en la vida entre las diferentes naciones reina todavía la oscuridad de la Edad Media.

Sin embargo, no vamos a condenar la Edad Media; pues en las cel-

das de sus monasterios se ha creado el arte y se han formado muchas ideas. La media luz ha sido propicia a la concentración espiritual. Juan Sebastián Bach compuso sus obras a la luz de la vela (que, más tarde, le hizo perder la vista). Hoy somos unos fanáticos de la luz y del sol, que es una reacción natural a las viviendas mal iluminadas de nuestros antepasados. Sin embargo, no queremos caer en el otro extremo. La medida exacta es el fundamento de todo proyecto de construcción.

Hoy sabemos muy bien qué grado de claridad (expresado en unidades luminosas) conviene a las diversas actividades humanas. Saben-

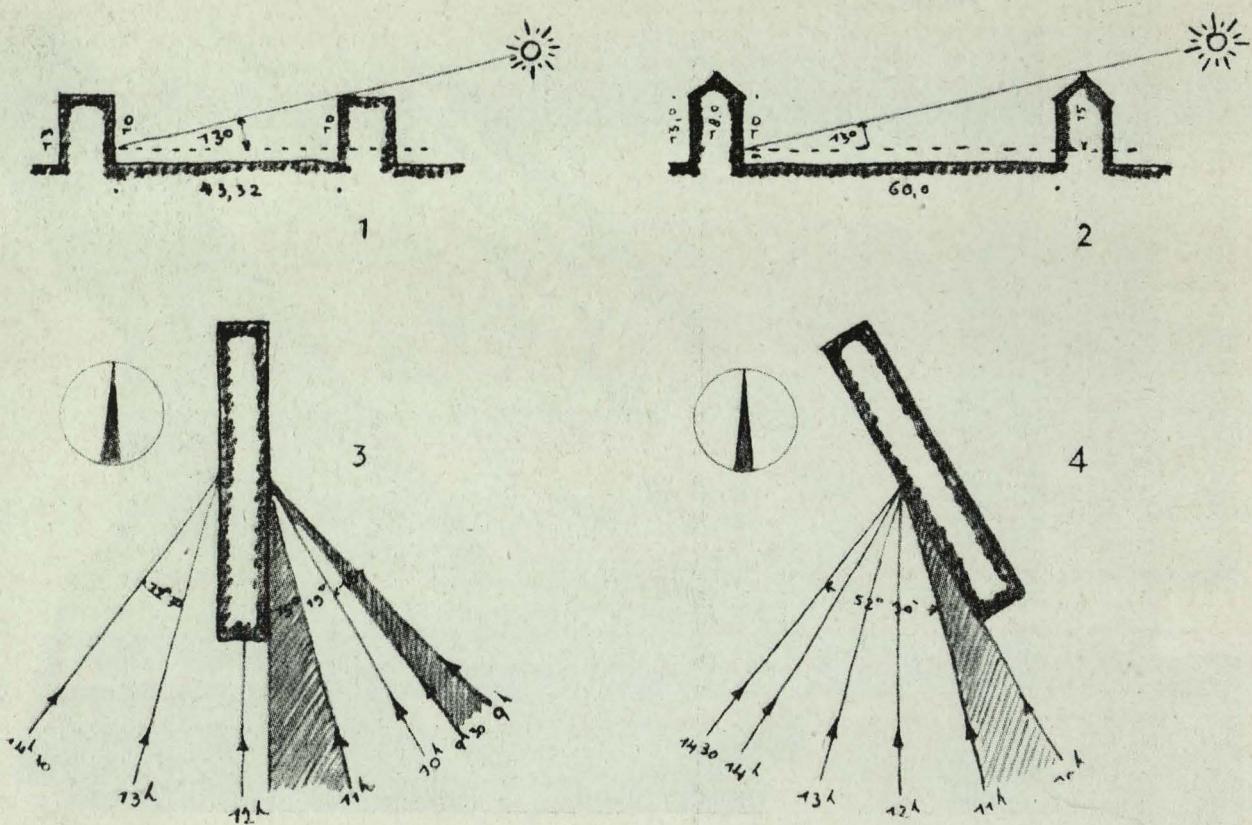


FIG. 2.^a

mos que una determinada duración de iluminación con rayos solares mata los gérmenes nocivos de nuestras viviendas, seca a éstas de un modo conveniente y nos proporciona un bienestar físico y espiritual. El reglamento de la construcción de Hamburgo prescribe un suficiente "soleamiento". Pero, hasta ahora, ni el arquitecto, ni el urbanista, ni la policía de obras han podido controlar con exactitud el cumplimiento de esta prescripción. El arquitecto orientó la vivienda hacia el Sur y creyó haber cumplido con su deber. Pero los inquilinos notaron que tenían sol muy poco tiempo en el verano, mientras que desde fines de agosto hasta muy entrada la primavera habían de vivir en la sombra de las casas vecinas. Precisamente en la parte del año, cuando deseaban tener sol, no lo tenían. El sol del mes de julio es poco deseado incluso en nuestra latitud. En el sur de Alemania se cierran las persianas en julio; en el norte, por lo menos, se corren las cortinas. Lo que piden nuestros médicos es que los rayos solares entren en las viviendas durante el invierno, cuando al aire libre, apenas, pueda disfrutarse del sol.

Lo que impide la entrada de los

rayos solares en las viviendas, en el invierno, es la distancia insuficiente de las casas vecinas, situadas al sur de la nuestra. Así alcanza, por ejemplo, el sol a mediodía, en diciembre (Navidades), sólo un ángulo de 13 grados sobre el horizonte. Supongamos que tengamos que construir dos hileras de casas con las fachadas exactamente Este-Oeste, de cuatro pisos, con tejados planos y una altura de cornisa de $3 \times 4 + 1 = 13$ metros. El centro de nuestra ventana orientada hacia el Sur estará $1 + 2 = 3$ metros sobre el terreno. Para poder ver el sol de mediodía en Navidades habrá de colocarse la hilera meridional a una distancia tal que sus cornisas alcancen desde el centro de nuestra ventana sólo una altura de trece grados. Esto sólo puede ocurrir si colocamos la hilera de viviendas a una distancia de 43 metros, pues ésta habrá de ser de $10 \times \cotg 13^\circ = 43,32$ metros. Este sería 3,6 veces la altura de cornisa sobre el suelo de la planta primera ó 3,3 veces la altura de cornisa sobre el terreno. Pero el mismo reglamento de Hamburgo de 1938 prevé sólo una distancia de 1,7 veces o de 1,5 veces, lo que es menos de la mitad de la medida necesaria.

En la práctica, el resultado es aún peor; porque, generalmente, no se construyen tejados planos. En el caso de un tejado de 45° , la distancia habrá de aumentar hasta 60 metros. (Fig. 2.^a, 2.)

Es cierto que Hamburgo se encuentra bastante al Norte, o sea en $53^\circ 30'$. Lindau, por ejemplo, está a seis grados más al Sur. Aquí la altura del sol de mediodía (el 21 de diciembre) es de $13^\circ + 6^\circ = 19^\circ$. Las distancias entre las dos hileras de viviendas en Lindau serían sólo de 29,0 m. o de 38,50 m., respectivamente.

No se pueden establecer reglas para estas separaciones que puedan servir para grandes extensiones. Nunca existen en el urbanismo normas generales. Cada una de las ciudades debe tratarse de una manera individual, según su carácter, y, en este nuestro caso, según su situación geográfica.

Las distancias entre las hileras de casas mencionadas no son posibles en la práctica, porque el terreno cuesta demasiado caro en las ciudades. Además, se obtendría sólo la mitad de la densidad de la población, concedida en la Carta de Atenas (máximo de 500 habitantes sobre una hectárea de solar neto).

Debido a mis conocimientos astronómicos me consultaron con respecto a este problema, al proyectarse la reconstrucción de Hamburgo después de la última guerra. Decidí estudiar la posibilidad de la dirección Norte Sur de las hileras de las casas, que permite un soleamiento de los dos lados. Pero resultó lo siguiente (fig. 2.^a, 3): El importante sol de invierno sale en nuestra latitud a las nueve (hora local) y se pone a las quince horas. Esto corresponde a un ángulo de 90° , puesto que el sol avanza por hora, aproximadamente, 15° . Cada lado de las casas recibe durante tres horas los rayos solares, pero sólo una parte de éstos es eficaz. Tanto a la salida como a la puesta del sol se pierde media hora, hasta que los rayos se elevan por encima de la atmósfera vaporosa del horizonte. Sabemos que el sol llega a su plena eficacia biológica cuando haya alcanzado una altura de seis grados sobre el horizonte. Para el interior de las habitaciones se pierden, además, los rayos solares, si éstos forman con el muro de la casa un ángulo más agudo que 15° . Los rayos han de penetrar por un trayecto más largo (aproximadamente un centímetro en lugar de 0,3 cm.) del vidrio de nuestras ventanas, perdiendo su eficacia bio-

lógica mediante absorción de la parte violeta del espectro que es, precisamente, la parte más bactericida de los rayos. Con la orientación Norte-Sur de las viviendas se pierde, por tanto, la iluminación solar en el interior de las habitaciones, desde las once hasta las trece horas. Sin embargo, la distancia entre las hileras de las casas podría reducirse en la proporción de 1,2, o sea, en los ejemplos arriba mencionados a 30,60 m. ó 42,40 centímetros, respectivamente.

Para estudiar la orientación intermedia entre estos extremos, me construí un gnomón para la latitud de Hamburgo ($53^\circ 30'$), que se publicó con el proyecto de la reconstrucción de esta ciudad en el año de 1947. El gnomón me proporcionó la sorpresa que la orientación más favorable se obtiene, girando la dirección Norte Sur unos 30° hacia Oeste o Este. Como en Hamburgo es frecuente una fuerte niebla a las primeras horas del día, es preferible el giro hacia Este. (Fig. 2.^a, 4.) Las distancias se reducen ahora en la proporción de 1,2 (sin 30°) a 21,66 metros ó 30 metros. Esto corresponde a una proporción distancial de 2,2 veces la altura, y, además, a la densidad deseada de la población de Hamburgo, de aproximadamente 4,50

habitantes por una hectárea. Ha de mencionarse que la distancia de 2,2 veces la altura basta sólo, si se considera como medida el borde más alto (generalmente, el caballete) que produce sombra y si la orientación de las hileras corresponde, realmente, a una desviación de 30° de la dirección Norte Sur.

El proyecto del reglamento de nuestra Academia de Urbanismo previó, en 1951, para Alemania, un factor de distancias de 2,5. Pero mientras tanto, los gremios han convenido el factor de 2,2 tratándose de viviendas de tres y cuatro pisos.

La solución del problema de la latitud de Hamburgo la he encontrado con los dos métodos siguientes:

1.^o El aparato de la figura que encabeza el artículo, cuyo plano oblicuo giratorio corresponde al plano tangencial en el globo terrestre, esencialmente vertical en el punto de Hamburgo. Una bombilla que se mueve en una tabla larga, representa al sol, cuyas declinaciones están marcadas con las fechas de los días. El plano giratorio podrá colocarse con una exactitud hasta el minuto para cada hora del día. Cualquier maqueta de cualquier tamaño podrá colocarse sobre el plano obli-

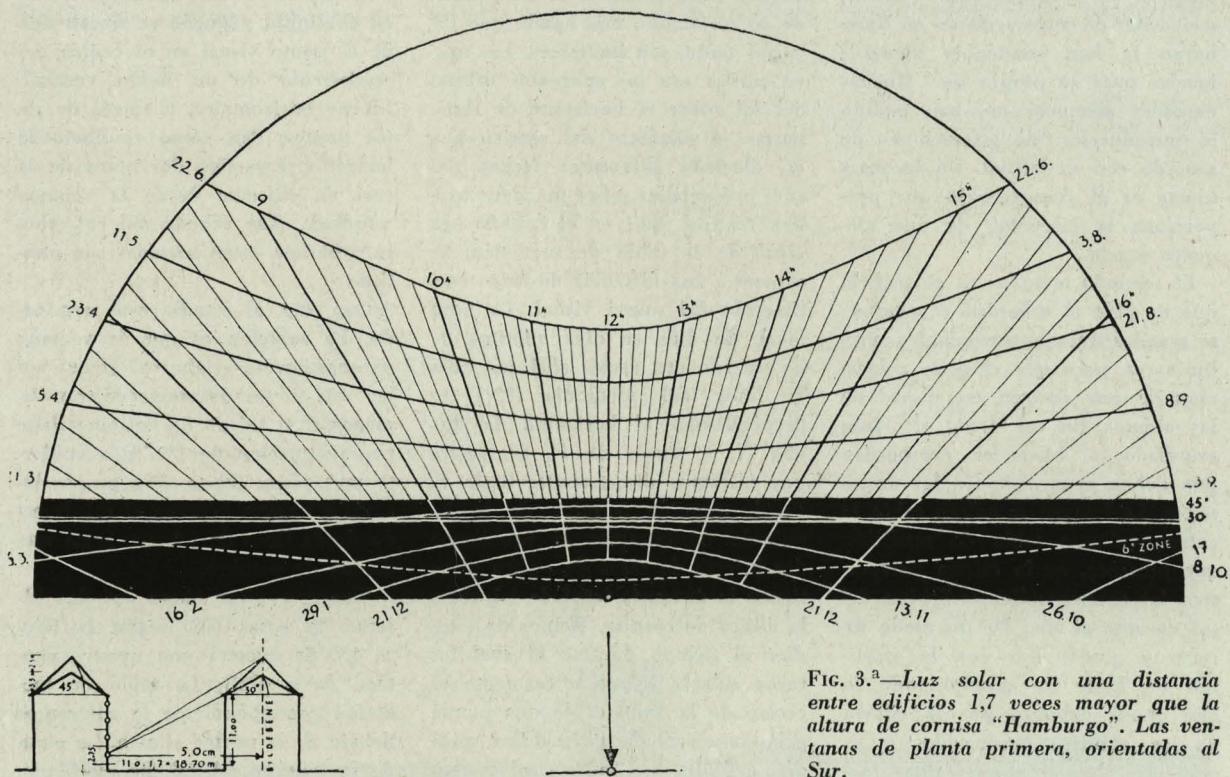


FIG. 3.^a—Luz solar con una distancia entre edificios 1,7 veces mayor que la altura de cornisa "Hamburg". Las ventanas de planta primera, orientadas al Sur.

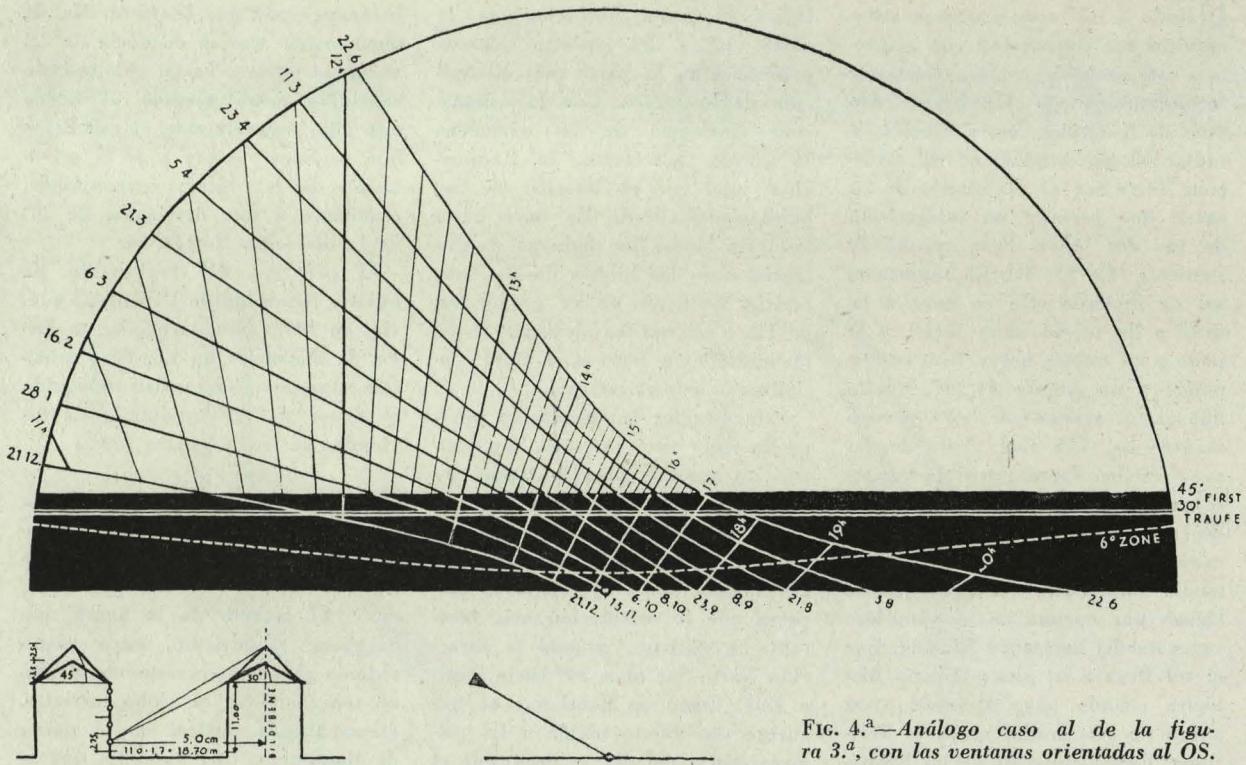


FIG. 4.^a—Análogo caso al de la figura 3.^a, con las ventanas orientadas al OS.

cuo y estudiarse en poco tiempo, respecto a su exposición, a los rayos solares durante el año entero. Los tiempos de sombra pueden leerse de un modo directo. Un gran número de maquetas se han estudiado de este modo. Los resultados de estos estudios dieron muy a menudo motivo para cambiar o perfeccionar la maqueta en el mismo sitio. Algunas sociedades de construcciones en Hamburgo se han construido aparatos iguales para su propio uso. Muchas ciudades alemanas me han pedido la introducción de alteraciones de acuerdo con su latitud. Un inconveniente es el gran trabajo que proporciona la ejecución de una maqueta exacta.

El segundo método es el gráfico, que no pide al urbanista o arquitecto grandes trabajos astronómicos preliminares, pero que exige la colocación de una imagen en silueta de los objetos sin sol desde el punto estudiado, a saber, en perspectiva que deben conocer todos los arquitectos. La imagen se coloca sobre la correspondiente tabla de medición que presenta, en la misma perspectiva, las correspondientes órbitas del sol durante el año. De un modo directo se puede leer con la exactitud de hasta un minuto todo lo que queda cubierto por la silueta de los edificios proyectados o ya existentes. Las primeras tablas fue-

ron hechas para Hamburgo y dieron buenos resultados. Damos aquí el ejemplo de la figura 3.^a

El semicírculo de la tabla representa el sector del ciclo que es visible desde el punto P en dirección Sur. El arco de círculo corresponde a un cono visual de dos veces 75° de apertura. Los rayos de sol fuera de este cono llegan al muro estudiado en un ángulo más agudo que 15° y, por tanto, son ineficaces. Las nueve curvas son las aparentes órbitas del sol sobre el horizonte de Hamburgo, el diámetro del semicírculo, en diecisésis diferentes fechas del año, proyectadas sobre un plano gráfico vertical, que, en el tamaño original de la tabla de medición, se supone a una distancia de cinco centímetros del punto visual. La hora local, de diez en diez minutos, se ha trazado con rectas oblicuas. Sola la línea del mediodía (12°) es perpendicular al horizonte. La flecha N, a través de P, demuestra que miramos directamente hacia S. En la esquina inferior de la izquierda encontramos el problema: dos hileras de casas de cuatro pisos tienen la distancia legal de 1,7 veces la altura de cornisa. Hemos de estudiar el tiempo durante el cual los rayos solares llegan eficazmente al centro de la ventana de una planta primera, orientada hacia el Sur, o, lo que es lo mismo, cuanto sol le qui-

ta la casa de enfrente. La escala del dibujo no tiene importancia con tal que tenga trazado (a una distancia de cinco centímetros de la ventana en cuestión) el plano que aquí casi pasa a través del caballete del tejado. Las tres rectas de luz que salen de la ventana indican el horizonte, el ángulo de la altura del caballete y el del alero. Las líneas obtenidas en el dibujo pequeño se trazan desde el punto visual en el centro del semicírculo de un modo vertical. Líneas horizontales, a través de estos puntos, dan como resultado la imagen perspectiva del muro de la casa de enfrente desde la ventana estudiada. Las órbitas del sol, ahora cubiertas, están trazadas con puntitos.

Con esto, el estudio está terminado. La solución es que la ventana en cuestión no recibe sol alguno en los seis meses del invierno, por lo menos si el tejado de enfrente tiene una inclinación de 45° . Una cubierta más plana (hasta 30°) proporcionaría a nuestra ventana el sol deseado desde fines de febrero hasta mediados de octubre.

Vamos a girar ahora las dos hileras de casas 60° , según la figura 4.^a, de manera que nuestra ventana da a OSO. La tabla de medición correspondiente la colocamos debajo de la misma silueta. La cinta de las curvas del sol, ha cambiado.

El sol de las tardes de verano es menor; en cambio, en la parte de la izquierda aparece, entre las once y doce horas, el sol del invierno por encima del caballete. Incluso en Navidades podremos contar con veintidós minutos de sol por día.

Este estudio confirma la exactitud de nuestras afirmaciones anteriores, pero, a la vez, demuestra que ni con la orientación más favorable bastan las distancias entre las hileras de casas; pues los médicos piden, como mínimo, una hora de sol en invierno para la vivienda. La densidad de población, a base de 710 habitantes por hectárea, exige un aumento de las distancias entre las hileras de viviendas.

Para ajustar estas mediciones a otras latitudes, inventé un método de interpolación y calculé tablas de medición que sirven para todas las latitudes de las zonas templadas del hemisferio Norte y Sur de la tierra. Se han publicado recientemente por la editorial Hammonia-Verlag Gmbh, en Hamburgo, en forma de atlas.

El atlas contiene también dos tablas de medición que sirven para conocer la potencia de la luz difusa que entra por las ventanas que dan al Norte. Generalmente, no se estima bastante el efecto germicida de la luz del día, incluso con ventanas cerradas.

He preparado unas tablas de medición que sirven para conocer la claridad en unidades Lux que ha-

brá en los recintos de una construcción en proyecto. Viceversa, permite este procedimiento al arquitecto conocer el tamaño necesario del hueco de la ventana, según el fin al cual será destinada la habitación correspondiente.

Lo explicaremos con un ejemplo: en la primavera de 1952 se proyectó la construcción de varias viviendas, entre ellas un rascacielos, en un terreno situado en el Habichtsplatz de Hamburgo. Las autoridades que tenían que conceder el permiso para la construcción temían que el rascacielos absorbería la luz necesaria a las otras viviendas. El autor de estas líneas (que entonces fué el director del Centro de Urbanismo de dicha ciudad) ha podido desvanecer tales temores y dudas mediante las tablas de medición.

Primero se estudió una ventana situada en la planta baja y orientada hacia el Este (punto A del plano). Se construyó desde aquí una silueta perspectiva de los edificios proyectados con la distancia visual de cinco centímetros y se la colocó sobre la tabla de medición de la figura 5.^a, en la orientación de 90° Oeste. El resultado demuestra que sólo durante una hora está absorbido el sol durante el verano por el rascacielos, mientras que, en el invierno, los rayos solares entran eficazmente durante dos horas diarias por la ventana en cuestión. La misma silueta se colocó después sobre la tabla de medición de la fig. 6.^a de

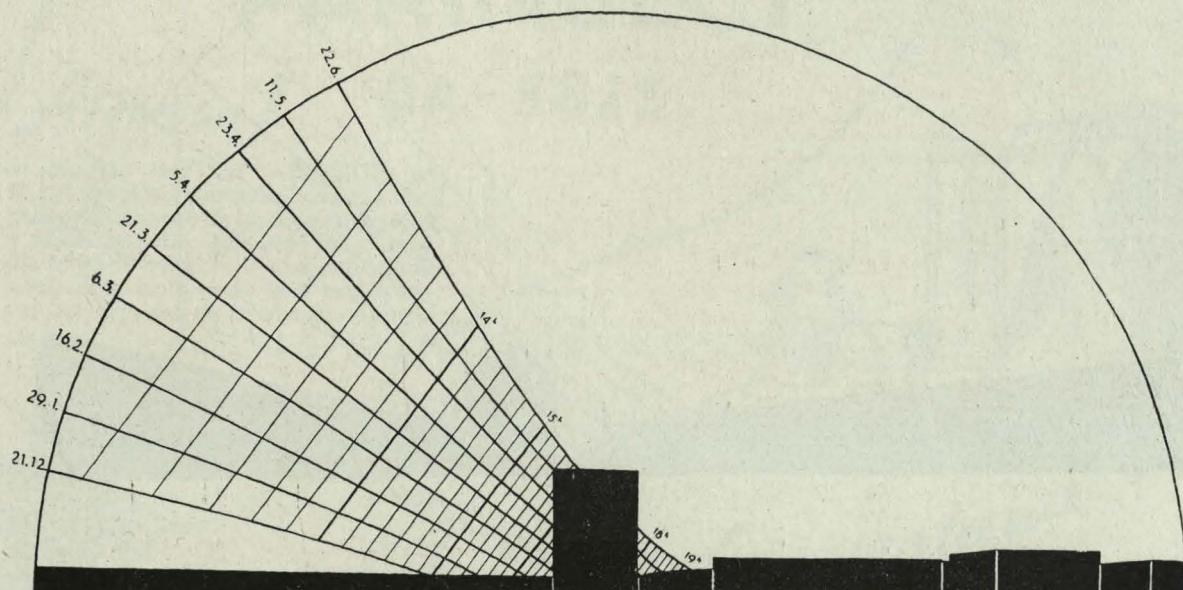
la luminosidad total del cielo de 920 Lux, quedando eficaces 842 Lux. En forma de comparación mencionaré el hecho que si la construcción se hubiera ejecutado conforme a la ordenanza oficial de construcción de las figuras 3.^a y 4.^a, la ventana en cuestión sólo habría recibido 581 Lux.

En segundo lugar, se estudió la ventana situada en la planta baja de una pequeña vivienda, en el punto B del plano (fig. 7.^a). Aquí el rascacielos impide el paso de los rayos solares en invierno sólo durante un corto tiempo por la mañana; en cambio, un pequeño edificio en el Sur impide el paso de los rayos a la hora del mediodía desde el 28 de noviembre hasta el 14 de enero. Dando al edificio Sur un piso menos, la ventana en cuestión recibe dos horas diarias más rayos solares durante esta estación tan importante del año.

El argumento principal contra la supuesta estimación exagerada del sol es la afirmación que en Hamburgo brilla el sol tan poco tiempo, que tan grandes sacrificios de construcción y de servidumbre económica parecen ridículos. Realmente, la duración anual del brillo del sol llega sólo a la tercera parte de su posibilidad astronómica. Pero, primeramente, esperamos que la formación de lluvia y niebla, típicas para esta ciudad, se reducirá en el futuro mediante una limpieza pro-

FIG. 5.^a

Estudios en la Habichtsplatz.



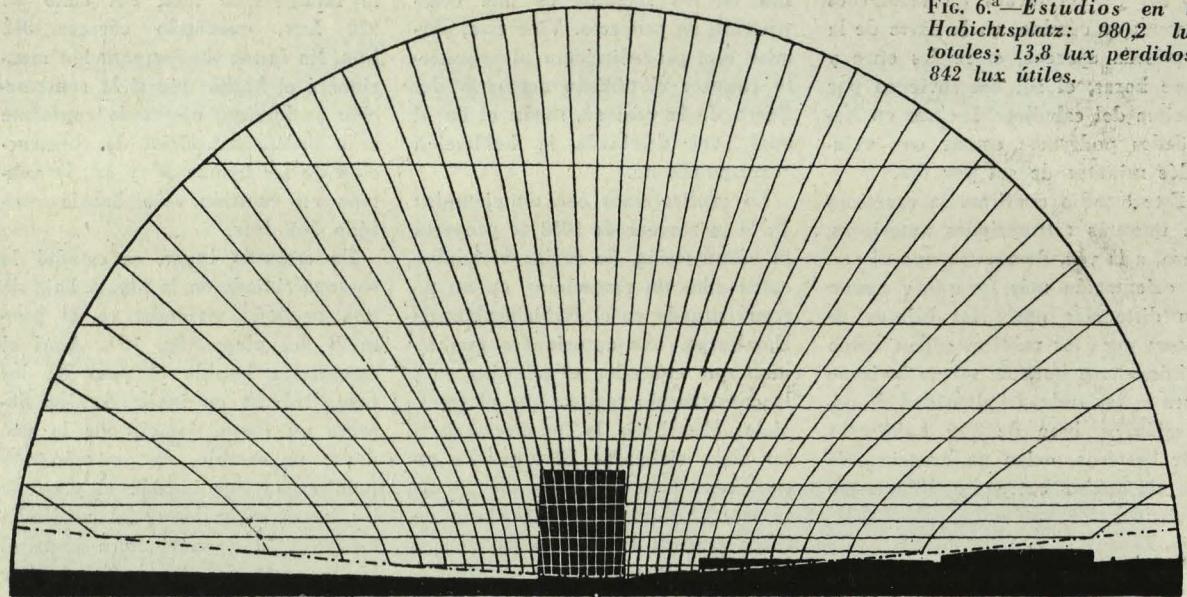


FIG. 6.^a—Estudios en la Habichtsplatz: 980,2 lux totales; 13,8 lux perdidos; 842 lux útiles.

gresiva del aire (electrificación de ferrocarriles e industrias, energía atómica para los barcos, aumento de las zonas verdes de la ciudad). En segundo lugar, han de doblar precisamente las ciudades poco soleadas todos sus esfuerzos a captar para sus viviendas estos rayos solares tan escasos.

Ciudades demasiado soleadas, en cambio, tienen que protegerse contra la abundancia de sol y de luz que normalmente reciben. También para

esto sirven nuestras tablas de medición. Un último ejemplo:

Recientemente un arquitecto amigo fué encargado de construir una casa de oficinas en Teherán en una calle muy ancha con orientación hacia Oeste. Las autoridades del Irán indicaron al arquitecto los meses en los cuales el edificio necesitaba una protección contra el sol. Se deseaba, en cambio, el sol durante el invierno. El Observatorio de Teherán no estuvo en condiciones de facilitar

datos exactos sobre la dirección y altura del sol en las fechas indicadas. Así, se dirigió el arquitecto al autor de estas líneas, que le proporcionó inmediatamente las órbitas aparentes del sol para Teherán en la dirección deseada a base del Atlas publicado. Fácilmente pudo calcularse así la forma de curvas de las cubiertas de protección por encima de cada una de las ventanas que no dejan entrar más rayos solares que los que se desean.

FIG. 7.^a

