PRINCIPIOS SOBRE PLANEAMIENTO DE CIUDADES

MELITON ESCOBAR LARRAZABAL

Profesor de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería y Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros en 1927.

PRINCIPLES OF CITY PLANNING
by Karl B. Lohmann

Es éste al parecer un libro interesante. *Establece, entre otras cosas, que el mínimum de parques requerido para propósitos recreativos es de un acre para cada* 300—500 *personas.* Lo cual equivale aproximadamente a una hectárea por mil habitantes, o sean *diez metros cuadrados por cabeza.* Según esto, Bogotá debería tener 250 hectáreas de parques y campos de recreo para sus 250.000 habitantes (1). En otro lugar he calculado el área libre en Bogotá en 9,5 hectáreas, lo cual querría decir que tiene cerca de un décimo de lo indispensable. Pero la proporción de 10 m^2 por cabeza es realmente mínima. Muchas ciudades tienen coeficientes bastante mayores.

En materia de espacios libres hay muchos equívocos.

Hay que saber si se incluyen o no las calles, y todo lo que es espacio destinado al tráfico y al estacionamiento de vehículos, y si se incluyen los solares o espacios no cubiertos, de carácter privado y situados dentro de las manzanas o bloques de edificación.

Por vía de ensayo se podría indicar un derrotero de clasificación, a derechas, tal como este:

1—Espacio libre para calles, cruzamientos, estacionamiento de vehículos y plazas de tráfico	30 por 100
2—Espacio para parques, arbolados, sitios de reposo	10 por 100
3—Espacio para juegos	10 por 100
Total de áreas libres públicas	50 por 100

Con trazado de cuadrícula, las calles vendrían a ser de una anchura media de 16.34 y los bloques de 83,66 por lado (Fig. 1). De cada grupo de 7 bloques, 5 estarían dedicados a la construcción, uno a terreno de juegos y uno a parques. (Fig. 2). Claro es que con esto no quiero indicar sino la proporción, pues la disposición de las áreas, ya sea en cuanto al tamaño de los bloques y al ancho de las calles, ya sea en la manera de distribuír el tanto por ciento de área destinada a juegos y parques puede variar de un modo infinito. En un grupo de 49 hectáreas o bloques, 7 estarían dedicados a parques y 7 a juegos. Acumulando estas dos áreas en el centro, se obtendría algo como se ve en la figura 3. Las calles en este caso, en el parque central, quedarían incorporadas a éste y aumentarían en definitiva el tanto por ciento de área de parques y juegos.

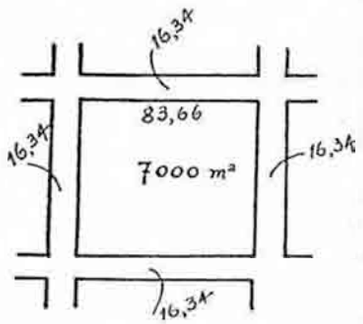


Figura 1

En la figura 4 aparece un sector también de 49 hectáreas y el área libre de parques y juegos en el centro en un cuadrado de 9,8 hectáreas. La disposición de las figuras 2 y 3, en que se adjudica a cada hectárea su proporción de calles, convendría en el caso de *squares* para barrios residenciales. La figura 4 muestra el caso en que se quisiera formar grandes parques con la proporción exacta de 20% en el total del lote, o sea 49 hectáreas.

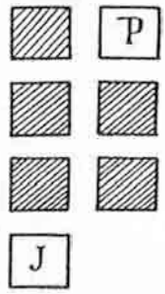


Figura 2

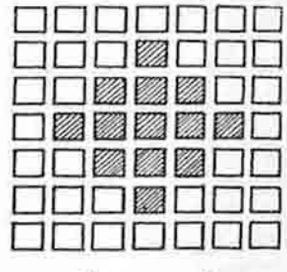


Figura 3

La figura 5 representa una área de 100 hectáreas (está incluso, pero no figura en el dibujo, la mitad de las calles perimétricas). El parque central tiene 16 hectáreas, o sea el 16% para parques y juegos (8% para cada uno) en vez de 20% (el área del 20% está señalada con punto y raya).

Hay 84 bloques edificados, circundados de calles, en el dibujo de 20m., pero que pueden fluc-

(1) El presente estudio fue escrito en abril de 1932.

tuar de 12 a 20, con un promedio de 16; salvo la calle en torno del espacio central, que es de 10m. solamente. De suerte, pues, que en cada kilómetro cuadrado habría un gran parque de 16 hectáreas y los habitantes no tendrían que caminar, como máximum, sino 300 metros para encontrar un parque.

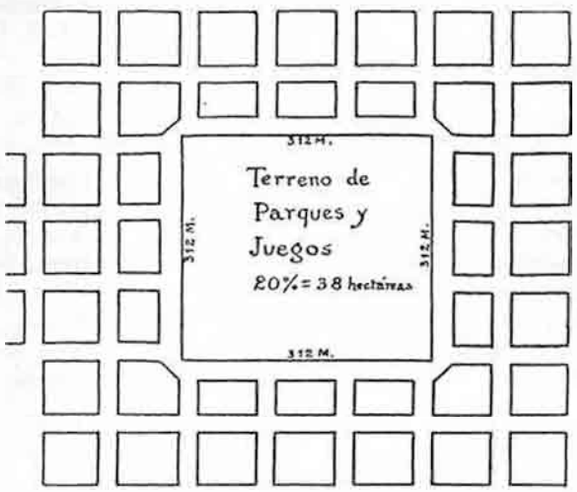


Figura 4

(*Nota.*—El dibujo está en escala, salvo que las calles figuran de 25 m. para mayor simplicidad del dibujo).

Area libre por habitante. Si se toma *como un mínimum,* un área de 10 m^2 por habitante, cada kilómetro cuadrado así urbanizado admitiría 16.000 habitantes $\left[\frac{160.000 \text{ m}}{10}\right]$. Ahora bien, como hay 84 bloques edificados, resultan 190 habitantes en cada bloque: $\left[\frac{16.000}{84} = 190.48\right]$ como máximum. Si se toma para las calles un promedio de anchura de 16,34 m., cada bloque tendría 7.000 m^2 y resultaría 36.75 m^2 por habitante de área edificada (un espacio de 6m. × 6m.) en un piso; en dos pisos, cada habitante tendría 73.50 m^2 et sic de coeteris.

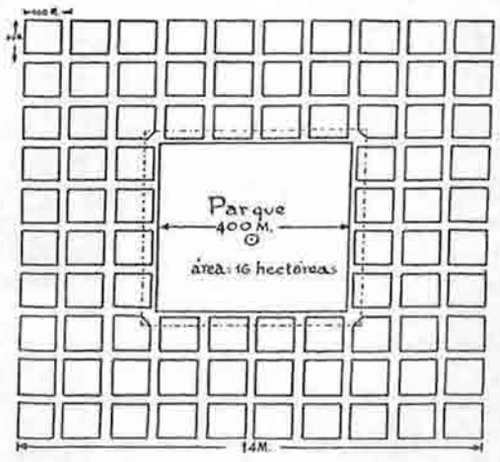


Figura 5

Número de habitantes por área total. En un kilómetro cuadrado hay 16.000 habitantes. Luego $\frac{1.000.000}{16.000} = 62.5\ m^2$ por cabeza.

Estos 62.50 m^2 estarían distribuídos así:

Terreno por habitante en el bloque construído	(58.8%) 36.75 m^2
Terreno libre en área para parques y juegos (por habitante)	(16 %) 10.00 m^2
Terreno de calles por habitante	(25,2%) 15.75 m^2
Total por habitante	(100 %) 62.50 m^2

Nota.—En cada bloque por término medio, con calles de 16.34 m., hay un área de calles de 3.000 m^2. El bloque contiene 190.48 habitantes, luego el terreno en calles por habitantes es de

$$\frac{3.000}{190.48} = 15.75\ m^2.$$

Con el área libre para parques y juegos concentrada en el centro del kilómetro cuadrado, el 30% de área para calles se aplica, no al total del área (100 hectáreas) sino al 84% dedicado a la construcción y a las calles; de esta manera se llega a un porcentaje efectivo para calles del 30% de 0.84 o sean 25.2%. Y el porcentaje efectivo para construcción es el 70% de 0.84 = 58.8.

Queda, pues:

Para construcciones	58 8%
Para calles y plazas	25 2
Para parques y juegos	16 0
	100 0%

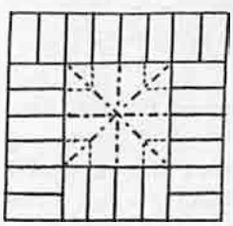


Figura 6

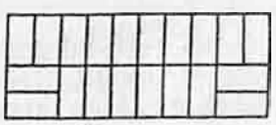


Figura 7

Disposición de los bloques. En cada bloque si el distrito es residencial, pueden acomodarse 32 familias de 6 miembros cada una (192) en casas unifamiliares. Habría, pues, 8 casas sobre cada calle, cada una de unos 220 m^2 ($220 \times 32 = 7.040 m^2$) Este acomodo, con bloques cuadrados de 84 m^2 por lado, es más que todo teórico. Es fácil acomodar 24 casas, pero el espacio correspondiente a las otras 8 queda en el centro, sin fachadas (Fig. 6). En realidad, la forma cuadrada no es propia para los bloques. Es mucho mejor la forma rectangular. Un destino que podría darse a esa área central es para *juego de niños,* de que harían uso común todos los niños habitantes del bloque. O bien, dividirla como indico en líneas punteadas. Con el sistema de calles de ángulo recto, la peor disposición es el tablero de damas o cuadrados; es mejor el sistema de rectángulos, dan-

do a éstos un ancho en el menor lado, de tal suerte que se acomoden dos lotes iguales con frente sobre cada calle. Este ancho, claro está, debe variar de un distrito o zona a otra, según el destino de los lotes (v. fig. 7). No hay inconveniente, al adoptar el sistema rectangular, en tomar la proporción obtenida del 30%, para calles, o el 25,2 *tomando el kilómetro cuadrado, como creo que se debe, tratándose de ciudades de cierta importancia, como unidad de área urbana.*

Sería interesante extender mi estudio al *sistema hexagonal.* No he encontrado cuál es la solución que da su inventor (Noulan Cauchon), para la composición de los lotes dentro de cada bloque hexagonal. Las principales ventajas del sistema, según Cauchon, se refieren al tránsito, pues con tres en vez de cuatro líneas de cruzamiento los puntos de interferencia disminuyen notablemente, y con ángulos de encuentro de 120° en vez de 90° la visibilidad es considerablemente superior. Por el aspecto de la partición de los hexágonos, a primera vista se me hace que este sistema tiene inconvenientes, o que es inferior al sistema rectangular. (v. fig. 8). El área del hexágono, llamado R el radio, que es igual al radio del círculo cir-

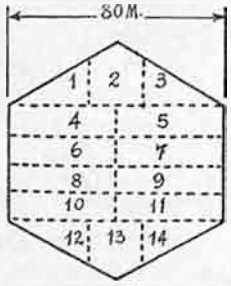


Figura 8

cunscrito, lo he calculado, por medio de una fórmula que deduje, así:
$A = 2.6 R^2$ (la del hexágono, no es 3,1 sino 2,6). Esa área es también igual, en función del lado L: $A = 3.R.L.$ De donde $3L = 2.6R.$ Y entonces $L = \frac{2.6}{3} R = 0{,}87 R.$ y $A = \frac{2.6}{0.87^2} L^2 = 3.47 L^2$

De suerte que si se da al hexágono un ancho de 40 metros, el área será de $A = 3.47 \times \overline{20^2} =$ 1.388 m². Dividido el hexágono en 14 lotes, se obtiene un área media de 92 m². Si el ancho del rectángulo es 80m., el área será de $3.47 \times \overline{40^2} =$ 5.552 m², o sea 4 veces mayor, y cada uno de los 14 lotes tendría 368 m².

* * *

UNIDAD DE AREA URBANA: 1 Km².

Planeamiento rectangular.

Línea de puntos : eje de calles exteriores, o perímetro de la unidad de área.

Bloques construídos	63
Bloques de parque	12
Total de bloques	75

Area libre, sin calles, 16 hectáreas, 16%.

Area de cada bloque: 50 × 186 = 9.300 m²

Area total construída: 9.300 × 63 = 585.900 m² o sea el 58.59%.

Area de calles en cada bloque: 13.333.33 9.300 = 4.033.33 m², o sea el 30.25%.

Area de calles en la *unidad de área:* 254.100 m² o sea el 25.41%.

De suerte que la *unidad de área urbana* se divide así:

Para construcciones	58 59%
Para calles y plazas	25 41
Para parques y juegos	16 00
Total	100 00%

Cada bloque produce 36 lotes de 10.33 × 25 = 258.25 m². Hay en la unidad de área 36 × 63 = 2.268 lotes, para 16.000 personas, o sea 7,055 habitantes por casa. Los lotes quedan de tamaño muy proporcionado y conveniente. Este planeamiento rectangular es muy superior al de

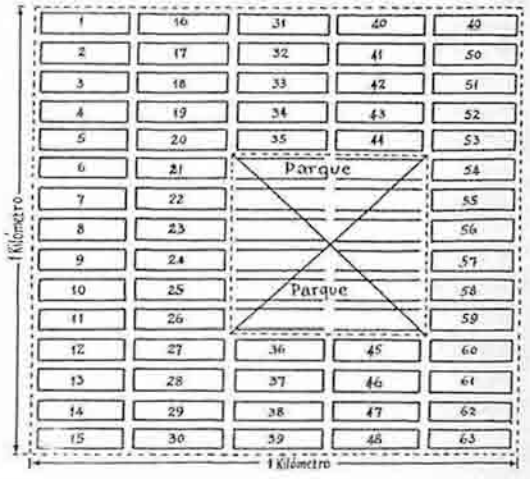
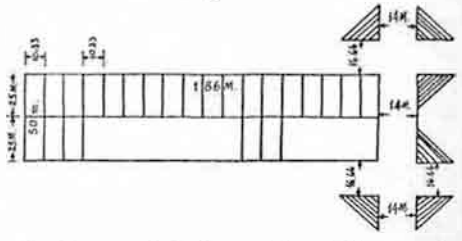


Figura 5 bis



tablero de damas. No hay el problema de esa área central a que no se sabe qué uso dar, pues parece que en la mayor parte de los casos en que se ha empleado para juegos de niños, los vecinos se quejan, y con razón, por el ruido.

Habrá, como en el diseño de cuadrados, un área de 62.50 m² por habitante en la unidad de área urbana, los cuales se reparten así:

Terreno construído (cerca de 1/7 del lote)	(58.59%)	36.62 m²
Terreno de calles y plazas	(25.41	) 15.88 m²
Terreno de parques	(16.00	) 10.00 m²
	(100.00	) 62.50 m²

Este estudio me lleva a la conclusión de que los porcentajes aquí consignados representan una buena distribución, sobre sanos principios, pero es un mínimum como área de parques. Debería poderse llegar a esto:

Area de construcciones . . .	50%	50 m²
Area de calles y plazas	25	25
Area de parques y juegos . .	25	25
	100%	100 m²

En esta hipótesis habría 10.000 habitantes en la unidad de área urbana.

Se realiza esto de un modo aproximado, si en la distribución de la figura 5-bis se agregan al parque los seis bloques, numerados de 21 a 26. Con 10.000 habitantes, la unidad de área urbana daría 100 m² por habitante, distribuídos así:

Area de construcciones (57 bloques de 9.300 m²)	53.01%	53.01 m²
Area de calles y plazas (57 bloques de 4.033 m²)	22.99	22.99 m²
Area de parques (rectángulo de 400 × 600 m)	24.00	24.00 m²
	100.00	100.00 m²

Habría cerca de 5 habitantes en cada una de las 2.052 casas. Lotes armoniosos, casas no atestadas, parque bellísimo de 24 hectáreas, donde puede haber toda clase de juegos y distracciones para una comunidad de 10.000 personas, en el centro de cada *unidad de área* urbana o kilómetro cuadrado. Aumentado el número de habitantes a 12.500, habría 6 habitantes por casa, 80m² de área total por habitante, repartida así:

Area construída	53.01%	42.41 m²
Area de calles	22.99	18.39 m²
Area de parques	24.00	19.20 m²
	100.00	80.00 m²

* * *

Planeamiento a tres dimensiones.

Los problemas estudiados hasta aquí se refieren a un *planeamiento a dos dimensiones*. Cuando se introduce el factor de construcciones en altura, cambia todo completamente. Voy a obtener una fórmula para el planeamiento a tres dimensiones, sobre la base de una distribución orgánica, económica, sana, racional del terreno como la estudiada anteriormente.

El número de habitantes admitido por unidad de área urbana es el punto de partida, el dato básico.

Lo llamo (1) $d = \frac{A}{a}$ siendo A la unidad de área urbana, y a el área total por habitante.

A es un número fijo que he fijado en un Km² = 1.000.000 m². Ahora bien: d aumenta o disminuye, en el caso ordinario ya tratado, de planeamiento a dos dimensiones.

Problema. Se trata de aumentar la densidad d conservando el mismo valor para a. Esto no es posible por medio de la fórmula (1), la cual está basada sobre el planeamiento a dos dimensiones. Sin embargo, es posible conservar para a un valor fijo cuando crece la densidad urbana d si se aumenta la altura de las construcciones, la cual llamo H.

La segunda fórmula preliminar es ésta:

(2) $$a = e + c + p$$

siendo e, c, p las áreas por cabeza de habitante de edificaciones, de calles y plazas y de parques, respectivamente.

La fórmula que resuelve el problema es ésta:

(3) $$d\left[\frac{e}{H} + c + p\right] = A$$

Vemos que en el caso de planeamiento horizontal o a dos dimensiones, en que $H = 1$ la fórmula (3) se convierte en la fórmula (1). La fórmula (3) es, pues, general y se refiere al planeamiento vertical o a tres dimensiones. Fijada la densidad se puede deducir la altura que es necesario darles a las construcciones; o conocida ésta, se deduce la densidad admisible.

Cuanto a los valores proporcionales de e, c, p para fijarlos me valgo del estudio ya hecho en el planeamiento horizontal. Proporciones esquemáticas ideales serían:

(4) $$e = 0{,}50\,a$$
$$c = 0{,}25\,a$$
$$p = 0{,}25\,a$$

100 m² como valor para a es bien, pero 80 m² no es malo. Tomaré en vía de ejemplo $\begin{cases} a = 100\text{m}^2 \\ a = 80\text{m}^2 \end{cases}$

Entonces $\begin{cases} d = 10.000 \\ d = 12.500 \end{cases}$ en el caso de planeamiento horizontal. Voy a aplicar la fórmula haciendo crecer a H de uno en uno, así:

$H=1$	$d=\frac{A}{a}$	Para	$a = 100 : d = 10.000$ h $a = 80 : d = 12.500$ h
$H=2$	$d=\frac{A}{a\,(0{,}75)}$	Para	$a = 100 : d = 13.333.3$ h $a = 80 : d = 16.666.6$ h
$H=3$	$d=\frac{A}{a\,(0.667)}$	Para	$a = 100 : d = 15.000$ h $a = 80 : d = 18.751$ h
$H=4$	$d=\frac{A}{a\,(0.625)}$	Para	$a = 100 : d = 16.000$ h $a = 80 : d = 20.000$ h
$H=5$	$d=\frac{A}{a\,(0.60)}$	Para	$a = 100 : d = 16.666.6$ h $a = 80 : d = 20.833.3$ h
$H=6$	$d=\frac{A}{a\,(0.583)}$	Para	$a = 100 : d = 17.152.6$ h $a = 80 : d = 21.440.7$ h
$H=7$	$d=\frac{A}{a\,(0.5714)}$	Para	$a = 100 : d = 17.500$ h $a = 80 : d = 21.876$ h
$H=8$	$d=\frac{A}{a\,(0.5625)}$	Para	$a = 100 : d = 17.777.7$ h $a = 80 : d = 22.222.2$ h
$H=9$	$d=\frac{A}{a\,(0.5555)}$	Para	$a = 100 : d = 18.000$ h $a = 80 : d = 22.502$ h

$H=10 \quad d=\frac{A}{a\ (0.550)}$ Para $a=100 : d=18.181.81$ h, $a=80 : d=22.727.27$ h

$H=15 \quad d=\frac{A}{a\ (0.5333)}$ Para $a=100 : d=18.750.1$ h, $a=80 : d=23.439$ h

$H=20 \quad d=\frac{A}{a\ (0.5250)}$ Para $a=100 : d=19.047.6$ h, $a=80 : d=23\,809.5$ h

$H=25$ Para $a=100 : d=19.230.8$ h, $a=80 : d=24.038.4$ h

Con estos números basta. El cuadro es edificante. Se ve cómo es lento el crecimiento de la densidad de población si se conserva la proporción higiénica fundamental de las áreas. Al construír un piso en altura la densidad aumenta en 33,33%, y luégo es necesario construír hasta un cuarto piso para tener un aumento igual, con lo cual la densidad primitiva crece en un 66,66%. Un aumento de 10 pisos más, es decir, con una edificación de 15 pisos (incluso el suelo), sólo produce un nuevo aumento de 23,81%. La fórmula no da máximum. A medida que la altura crece, después de los 25 o más pisos, la tendencia de la densidad es acercarse al duplo de la primitiva, sin que nunca pueda llegar a él. De los 10 a los 25 pisos, tomando el coeficiente $a=80$, se obtiene sólo un aumento absoluto de 1.311 habitantes, y de 1.049 con el coeficiente $a=100$.

Este estudio matemático, que hago por la primera vez y que no he visto en ningún texto ni revista, arroja luz muy viva sobre el problema del planeamiento vertical. La fórmula desalienta la construcción en altura. Después del quinto piso no es económica. La construcción en altura no es reproductiva sino cuando se aplica sobre la base del planeamiento horizontal, cuya fórmula acabo de encontrar, y es ésta:

(5) $$A = e\frac{d}{H} + C + P$$

En este caso $C+P=K$ una constante absoluta, lo cual quiere decir que el área libre por cabeza de habitante disminuye en razón inversa de la densidad y de la altura, a tiempo que la proporción de área cubierta por cabeza (e) se conserva. (Llamo $E, C, P,$ las áreas totales, dentro de la unidad de área, dedicadas a edificios, a calles y a parques, respectivamente. En la fórmula (5) figura e área edificada por cabeza, y C y P en vez de c y p). Despejando a d se tiene:

(6) $d=\frac{A-K}{e}H \qquad \frac{E}{e}H=d \quad$ (Para $H=1, d'=d$)

Tomando $E=0{,}5A$ y $e=40=0.5\,a$ se tiene: $d=12.500 \qquad d'=\frac{500\,000}{40}=12\,500\,H$

* * *

Ley del crecimiento de área libre

Llamando $e'\ c'\ p'$ las áreas edificadas, de calles y parques, para una altura de edificación H se tiene:

$$C' = d\,c = \frac{A}{\frac{e}{H}+c+p}\,c$$

Del mismo modo

$$p' = d\,p = \frac{A}{\frac{e}{H}+c+p}\,p$$

Tomando la proporción que aparece en el grupo (4)

(7) $$C' = \frac{A\,H\,C}{0.5\,a+0.5\,H} = \frac{A\,H\,C}{0.5(H+1)\,a} = \frac{1}{2}\frac{A\,H}{H+1}$$

Para $H=1 \qquad C'=\frac{A}{4}$

Del mismo modo:

(8) $$P' = \frac{AH\times 0.25\,a}{0.5\,a\,(1+H)} = \frac{1}{2}\frac{A\,H}{H+1}$$

Poniendo las fórmulas (7) y (8) en función de C y P:

$$C' = \frac{1}{2} = \frac{4\,C\,H}{H+1} = C\frac{2\,H}{H+1} \qquad (10) \qquad P' = P\frac{2\,H}{H+1}$$

Veamos el crecimiento proporcional de C y P para valores crecientes de H:

$H=2 \quad C'=C\frac{4}{3}=C(1+0.33) \quad P'=P(1+0.33)$

$H=3 \quad C'=C\frac{6}{4}=C(1+0.50) \quad P'=P(1+0.50)$

$H=4 \quad C'=C\frac{8}{5}=C(1+0.60) \quad P'=P(1+0.60)$

$H=5 \quad C'=C\frac{10}{6}=C(1+0.66) \quad P'=P(1+0.66)$

$H=6 \quad C'=C\frac{12}{7}=C(1+0.71) \quad P'=P(1+0.71)$

$H=7 \quad C'=C\frac{14}{8}=C(1+0.75) \quad P'=P(1+0.75)$

$H=8 \quad C'=C\frac{16}{9}=C(1+0.78) \quad P'=P(1+0.78)$

$H=9 \quad C'=C\frac{18}{10}=C(1+0.80) \quad P'=P(1+0.80)$

$H=10 \quad C'=C\frac{20}{11}=C(1+0.818) \quad P'=P(1+0.818)$

$H=15 \quad C'=C\frac{30}{16}=C(1+0.875) \quad P'=P(1+0.875)$

$H=20 \quad C'=C\frac{40}{21}=C(1+0.905) \quad P'=P(1+0.905)$

$H=25 \quad C'=C\frac{50}{26}=C(1+0.927) \quad P'=P(1+0.927)$

Respecto del crecimiento de las áreas libres se pueden hacer exactamente las mismas consideraciones que hice con respecto al crecimiento de la densidad. Al construír dos pisos $(H=2)$ el área libre aumenta en un 33,33%. Para $H=5$ el aumento total es de 66,66%. Construyendo 20

pisos a partir del quinto, es decir, para $H = 25$ se obtiene sólo un nuevo aumento del 27%.

* * *

Ley del ancho de calles con relación a la altura de los edificios.

El crecimiento que acabo de estudiar de las áreas libres, sirve para conocer la ley de ensanche de las calles al crecer la altura de los edificios, suponiendo que las calles no crecen en longitud. (Esto no se verifica siempre. Adelante estudiaré el caso general, cuando la longitud de la calle también varía). Ahora bien: la altura H crece uniformemente y el ancho de la calle crece según la ley $\frac{2\alpha}{1+\frac{1}{H}}$ o sea entre α y 2α, cuando H crece desde 1 hasta el infinito. El valor de α es pues, asintótico del valor $\alpha = 2$.

Tomando por ancho inicial de la calle $\alpha = 16$m. la ley de que el edificio no debe ser más alto que el ancho de la calle se verifica hasta 9º piso (incluso el suelo). En adelante el edificio crece más rápidamente y la altura supera el ancho de la calle. En efecto: para $H = 9$ se tienen 8 pisos elevados de una altura media de 3.25 o sea en total 29,25 m.

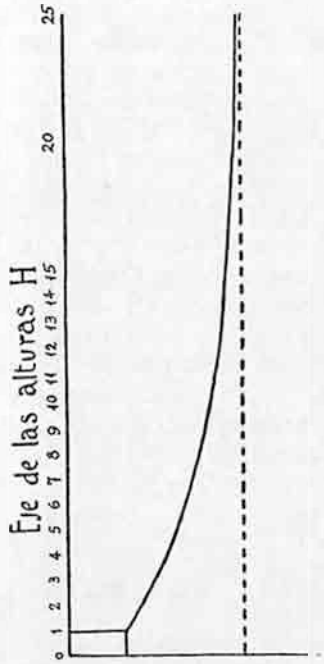


Figura 9

Para $H = 10$ se tiene $\alpha = 16\ (1+0.80)$ 28.80 m.
Para $H = 15$:
Altura de los edificios 48.75 m.
Ancho de las calles 16×1.875 30.00 m.

Eje de los anchos de las calles.

Para $H = 20$:
Altura de los edificios (19×3.25) 61.75
Ancho de calles 16×1.905 30.48
Para $H = 25$:
Altura de los edificios (25×3.25) 81.25
Ancho de calles 16×1.927 30.83

El cuadro de valores para cuando H crece de 1 a 10 es éste; tomo por alto de piso 3,50 y agrego una constante de 1 m. para el primer piso:

$H=2=$	Altura de los edificios	$(2\times3.50+1)$	8.00
	Ancho de calles	(16×1.33)	21.28
$H=3=$	Edificios	$(3\times3.5+1)$	11.50
	Calles	(16×1.50)	24.00
$H=4=$	Edificios	$(4\times3.5+1)$	15.00
	Calles	(16×1.60)	25.60
$H=5=$	Edificios	$(5\times3.5+1)$	18.50
	Calles	(16×1.66)	26.56
$H=6=$	Edificios	$(6\times3.5+1)$	22.00
	Calles	(16×1.71)	27.36
$H=7=$	Edificios	$(7\times3.5+1)$	25.50
	Calles	(16×1.75)	28.00
$H=8=$	Edificios	$(8\times3.5+1)$	29.00
	Calles	(16×1.78)	28.48
$H=9=$	Edificios	$(9\times3.5+1)$	32.50
	Calles	(16×1.80)	28.80
$H=10=$	Edificios	$(10\times3.5+1)$	36.00
	Calles	(16×1.818)	29.09
$H=15=$	Edificios	$(15\times3.5+1)$	53.50
	Calles	(16×1.875)	30.00
$H=20=$	Edificios	$(20\times3.50+1)$	71.00
	Calles	(16×1.905)	30.48
$H=25=$	Edificios	$(25\times3.50+1)$	88.50
	Calles	(16×1.927)	30.83

Con pisos de 3,50 en vez de 3,25 y el primer piso de 4,50 los edificios crecen más rápidamente aún y ya para $H =$ (pisos altos) en vez de $H = 9$ se verifica la igualdad entre el ancho de la calle y el alto de los edificios.

En conclusión: Ni la economía, ni la higiene, ni la estética autorizan edificaciones mayores de 8 a 10 pisos, a una altura mayor de 30 m.

Ejemplo:

Transformación de un planeamiento rectangular horizontal en uno vertical para $H = 10$.

Investigo primero los datos de un planeamiento horizontal rectangular en que se verifiquen las proporciones E=0.5 A C=0.25 A P=0.25 A. Si las calles representan el 25% en el total del área, y el área libre es del 25% también, las calles representarán el 25% de 0,75 en los bloques, o sea el 33,33%.

Establezco la fórmula siguiente

(II) $$a\,b - (a\alpha)(b\beta) = 0.333\,a\,b$$

Supongo: $a = 200$ m. $\alpha = 12$ (ancho de calles transversales).

$b = 71.43$ (de modo que haya 14 bloques en un sentido:
$14 \times 71.43 = 1000.02$ m.

También se puede poner:

$$\beta = \frac{0.3333\ a\,b - \alpha\,b}{a - \alpha} = \frac{0.3333 \times 200 \times 71.43 - 12 \times 71.43}{200 - 12}$$

$$\beta = \frac{3.905.792}{188} = 20.775 \text{ m.} \qquad \beta' = 50.66$$

Cada bloque tiene:

$$200 \times 71{,}43 = 14.286 \text{ m}^2.$$

Cada bloque construído:

$$188 \times 50.66 = \quad 9.524$$

$$4.762\ (= {}^1/_3 \text{ de } 14.286)$$

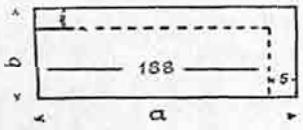


Figura 10

Hay 52 bloques construídos en el Km.; cada bloque tiene 40 casas de 9.40 de frente y 25.33 de fondo, o sea 238,10 de área. Con 6 habitantes por casa habrá 240 en el bloque y 12.480 en el Km.

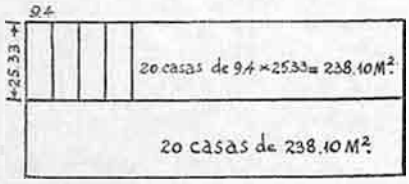


Figura 11

En la figura 12 está estudiada la transformación de este planeamiento rectangular cuando se le da a H el valor 10. En la parte superior del dibujo está estudiada la transformación rectangular conservando las proporciones de los bloques rectangulares; en la parte inferior adopto para la transformación un planeamiento de bloques cuadrados y área libre interior cuadrada.

Transformación rectangular. Para $H = 10$

Edificios: 36 m. de altura.

Ancho de calles:

a) Transversales $12 \times 1.818 = 21.816$ m.
b) Longitudinales $20.77 \times 1.818 = 37.760$ m.

Area construída en cada bloque:

$$9.524 \times \frac{1.818}{10} = 1.731.46 \text{ m.}$$

Los lados rectangulares de esta área serían:

$$188 \sqrt{\frac{0.181818}{10}} = 188 \times 0.4264 = 80.15$$

$$50{,}66 \sqrt{0.181818} = 50.66 \times 0.4264 = 21{,}60$$

$(80.15 \times 21.60 = 1731.24$ muy aproximadamente)

Area libre:

Para $H = 1$: 25 hectáreas 600×416.666
Para $H = 10$: $250000 \times 1.818181 = 454545{,}45$

Supongo que esta área tenga originalmente un largo correspondiente a 3 bloques o sean 600 m., lo cual da para el ancho 416,67; esta dimensión no es un múltiplo exacto de bloques, corresponde a 5 bloques y uno de 59,52 en vez de 71.43 $(5 \times 71.43 + 59.52 = 416.57)$; tres bloques de un lado quedarán, pues, con una dimensión menor (59.52×200).

Conservando para los lados del área libre las proporciones indicadas, se tendrá en la transformación.

$$416.67 \sqrt{1.81818181} = 416.67 \times 1.3484 = 561.80 \text{ m}$$

Area de calles:

$H = 1 : 25$ hectáreas
$H = 10 : 250.000 \times 1.81818181 = 454.545.45$

En resumen:

$P =$	454.545.45
$C =$	454.545.45
$E =$	90.909.10
	1.000.000.00

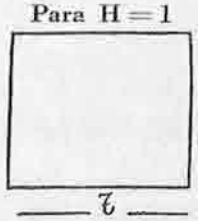
El dibujo muestra que no se puede conservar la posición de los bloques rectangulares reducidos, pues éstos invadirían la zona libre central; es, pues, necesario agruparlos de un modo adecuado, lo cual *altera completamente las dimensiones de las calles:* la longitud total de calles es menor en la transformación por cuanto el área libre interna al expandirse reduce las longitudes de las calles transversales. Reducida la longitud, forzosamente ha de aumentar el ancho, y es lo que sucede. Por manera, pues, que con esta disposición de área central no se verifica la ley del crecimiento del ancho α de la calle, para $H = 10$, calculando $\alpha' = \alpha \times 1818$ en la hipótesis de una longitud constante. Los anchos son mayores, y, naturalmente, serían admisibles, por el aspecto estético, alturas mayores de H = 9, que fue el límite calculado en el caso de una longitud constante de calle.

Número de habitantes. Para $H = 1$ supongo 12.500. Para $H = 10$, salen $12.500 \times 81.82 = 22.727.5$.

Transformación cuadrada.

Distancia entre eje de calles: 125 m.

Para H = 1



8 bloques por lado. Bloques construídos: 48. $(0.75 \times 64 = 48)$. $48 \times 126^2 = 4 \times 15625 = 75$ hectáreas.

b = 125. Ancho de calles α.

Para b = 125 tenemos:

$$\alpha = 125 - 125\sqrt{0.6666} = 125(1-0.816) = 125 \times 0.184$$

Para α = 22 938 (23 m.) Ancho del bloque cubierto 102.062 m.

Area del bloque cubierto 102.062	=	10.416.67	0.667%
Area de las calles	=	5.208.33	0.333
Area del bloque total 125^2	=	15.625	1.000

Area libre central: $500 \times 500 = 250.000$ m² (16 bloques).

Para $H = 10$:

Reducción de los bloques edificados:

$$102.062\sqrt{\frac{1.8181818}{10}} = 43.5192 \text{ m.}$$

tal es de 1.393.60. Ahora bien: la longitud total de calles para $H = 1$ era de 12 K.

Luego

$$\frac{1.393.60 \times 100}{12.000} = 11.6\ \%$$

(13) $C' = C\ 1.8181 = \alpha x 1.8181 = \alpha' x'.$

Pero $x' = \lambda\ 0.884$

Luego

$$\alpha \lambda\ 1.82 = \alpha' \lambda\ 0.884.$$

De donde

$$\alpha' = \alpha \frac{1.82}{0.884}$$

o sea $\alpha' = 2.06\ \alpha.$

Luego

$$\alpha' = 2.06 \times 23 = 47.38 \text{ m.}$$

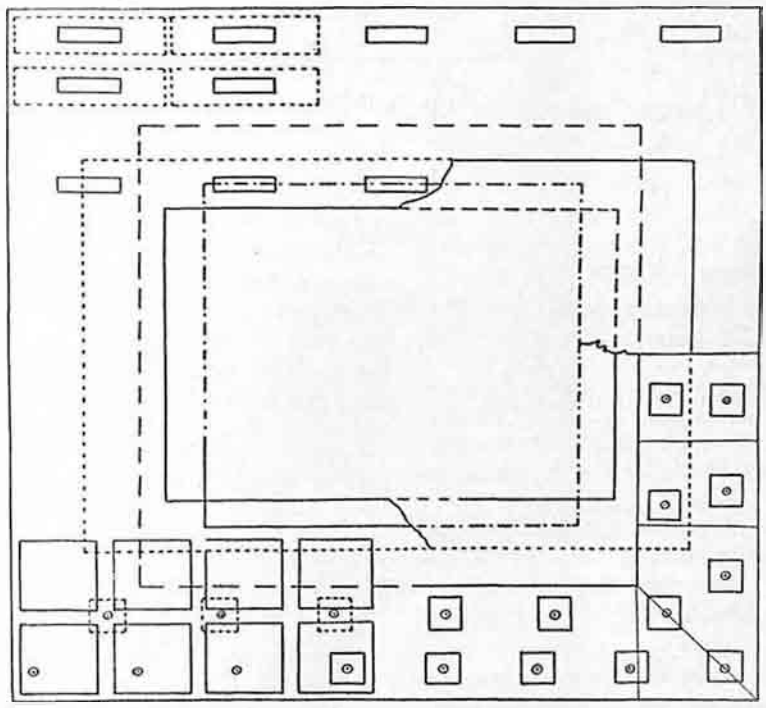


Figura 12

Area libre central.

Lado $500\sqrt{181818181} = 500 \times 13.484 = 674.20$m.

Ancho de calles. Ancho de la corona:

$$\frac{1000 - 674.2}{2} = 162.90$$

Como el bloque de construcción tiene 43.52; 2 bloques	87 04
Luego en sentido longitudinal el ancho de 2	75 86
Ancho de calle	37 93

En el sentido transversal el ancho es mayor, porque la corona que tenía 250 m. no tiene ahora sino 162,90, luego ha perdido 87.10 m. y hay 16 trayectos (4 por lado); luego el acortamiento to-

Este sería el ancho medio para todas las calles, tanto las largas como las cortas; pero el ancho de las largas está de hecho fijado, como hemos deducido, en 37.93, digamos 38 m. Luego el ancho efectivo de las cortas depende de la proporción en que se halla con respecto al total de calles. Esta proporción es más o menos de 24.6% y la de las calles largas de 75.4%

$$\frac{8.000 \times 100}{10607} = 75.4; \qquad \frac{2607 \times 100}{10607} = 24.6$$

(14) $$\frac{754 \times 38 + 24.6\, x}{100} = 47.38$$

De donde

$$x = \frac{47.38 - 754 \times 38}{24.6} = 7620 \text{ m.}$$

(Los números de estos cálculos son poco apro-

ximados. Las calles anchas fluctúan entre 90 y 110 m. No tuve en cuenta el acortamiento en longitud, debido a los cruzamientos de las calles, que es muy sensible).

Aun con este cálculo aproximado se ve que la proporción de aumento de las calles, adoptando la disposición de un área central, es mucho mayor de lo que puede creerse. Los bloques vienen a quedar situados, no en calles propiamente, sino en medio de un vasto espacio descubierto, como lo muestra la figura 12.

cio, pues, de 36 m. de alto, hay por el frente, una perspectiva de 57.65 m.

$$\left[45.45 + \frac{54.55 - 30.15}{2} = 57.65 \text{ m.}\right]$$

por los lados 34.92

$$\left[\frac{100 - 30.15}{2} = 34.925\right]$$

y por el fondo 12.20 m.

Resulta de todo esto, pues, que al construír en altura, conservando eso sí la *ley de crecimiento*

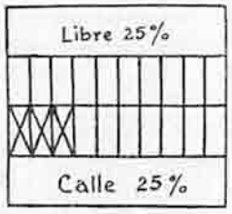


Figura 13A

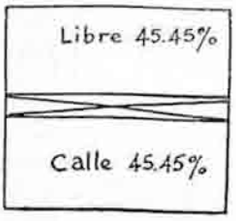


Figura 13B

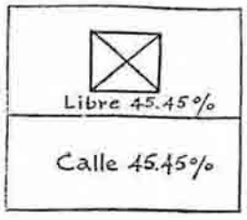


Figura 13C

Transformación esquemática

En las figuras 13 *A*, 13 *B*, 13 *C* estudio el efecto esquemático de la transformación para $H=10$, suponiendo el área libre situada detrás del bloque construído y la calle delante. La disposición (fig. 13 *B*) no es buena. La de la figura 13 *C* es excelente; queda un bloque construído de 30.15.

(Area 909.09 m) en medio de un parque de $54.55+100$ m $=5.455$ m². Para un edifi-

fisiológico representada en la fórmula

$$d\left[\frac{e}{H}+c+p\right]=A \tag{3}$$

y con las proporciones

$$e = 0.50\,a$$
$$c = 0.25\,a \tag{4}$$
$$p = 0.25\,a$$

viene a quedar disponible un vasto espacio en que pueden y deben situarse los altos edificios convenientemente rodeados de áreas libres.

Nota de la Dirección.—Las páginas que anteceden forman parte de un capítulo interesante que Escobar Larrazábal nos dejó respecto del mejor aprovechamiento de áreas urbanas.

Este capítulo, a su vez, integraba el libro sobre urbanismo, desgraciadamente inconcluso, de este malogrado ingeniero y científico colombiano, prematuramente desaparecido para las labores de investigación en que ya se iniciaba con tanta originalidad como lucimiento. Muerto de manera trágica, cuando apenas, podemos decir principiaba su carrera científica, Melitón Escobar Larrazábal no tuvo ocasión de poner en orden sus papeles, y así este cuidado ha corrido a cargo de su familia, a la cual esta Revista tiene que agradecer el envío del trabajo que comentamos.

Tal trabajo nos parece original desde un punto de vista hasta cierto punto práctico, y encierra él un mérito especial como es el de llegar a una norma matemática clara en el asunto tan debatido entre arquitectos y urbanistas respecto de la altura de las edificaciones.

Esta altura, por influencia de la mecanización norte-americana que ha creado el tipo del *rascacielo*, está ganando, poco a poco, al mundo entero, en donde ya se acepta entre gran número de arquitectos la elevación indefinida de los grandes edificios, sólo limitada por consideraciones de estabilidad y resistencia.

Así, la tesis de una limitación deducida de consideraciones técnicas puramente relacionadas con urbanismo y aprovechamiento de áreas urbanas, merece el más cuidadoso estudio por su interés y originalidad.

Por esta circunstancia es de lamentar que los papeles inéditos de Escobar Larrazábal sobre éste y otros puntos, no hayan permitido su selección y ordenación perfectamente cuidadosas, teniendo que lamentar el lector algunos vacíos, sólo subsanables con una redacción nueva que haría perder, naturalmente, la original y personalísima forma de exposición del autor y que respetamos hasta en sus nimios detalles.

Sea esta nota la ocasión de consagrar nosotros un fervoroso recuerdo a la memoria de Melitón Escobar Larrazábal, prematuramente desaparecido para la Patria, a la cual, si hubiera vivido ingeniero tan ilustre y virtuoso, habría prestado invaluables servicios ya en medio de la actividad profesional, ya en el campo de la especulación pura.