

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**APROXIMACIÓN A UNA TAXONOMIA
TOPOLOGICA DE FORMAS
ARQUITECTONICAS Y URBANAS**

Autor: Antonio Millán Gómez
Director: Enric Trillas

21 d'octubre de 1981

APENDICE 1

MEDIDAS TOPOLOGICAS DE SABADELL Y DURHAM

Elementos de las unidades edilicias para el universo G^o en el centro de Sabadell

a- CENTRO COMERCIAL E INSTITUCIONAL

	(p ,	q ,	cc)	
a ₁	113	137	5	
a ₂	0	0	0	
a ₃	0	0	0	
a ₄	0	0	0	
a ₅	1	0	1	
	-----			(114, 137, 6)

b- SECTOR ESTE

b ₁	21	30	1	
b ₂	34	55	1	
b ₃	10	11	1	
b ₄	26	33	1	
b ₅	13	19	1	
b ₆	4	3	1	
b ₇	17	30	1	
b ₈	23	27	1	
	-----			(148, 208, 8)

c- SECTOR OESTE

c ₁	79	90	3	
c ₂	27	33	1	
c ₃	58	69	1	
	-----			(164, 192, 5)

d- SECTOR SUR

d ₁	26	26	1	
d ₂	15	21	1	
d ₃	19	23	1	
d ₄	36	51	1	
	-----			(96, 121, 4)

S- SUMAS TOTALES (522, 658, 23)

Elementos de las unidades edilicias para el universo G^o en Durham

A- CENTRO			B- CROSSGATE			C- WEST. HILL					
	p	q	cc		p	q	cc		p	q	cc
a ₁	60	56	9	S ₃ ^B	153	93	60	Q	36	14	22
a ₂	23	20	5	S ₄	88	78	10	R	25	8	17
a ₃	71	50	24	S ₅ ¹	9	1	8	S ₁	30	9	21
a ₄	12	11	5	S ₅ ²	36	33	3	S ₂	168	50	118
a ₅	236	133	110	S ₅ ³	29	31	3	S ₂ ^I	15	6	9
b ₀	0	0	0	S ₅ ⁴	26	22	4	S ₂ ^{II}	6	2	4
b ₁	51	44	14	S ₆	64	45	22	S ₂ ^{III}	28	9	19
b ₂	36	30	8	S ₇	178	113	65	S ₂ ^{IV}	64	30	34
b ₃	32	25	8	S ₈	36	12	24	S ₃ ^A	38	18	20
b ₄	24	16	9	S ₉	40	7	33	T ₁	98	41	57
b ₅	7	2	5	T ₇	81	42	39	T ₂	49	22	27
c ₁	24	12	12	T ₈	162	146	35	T ₃	41	36	5
c ₂	46	40	10	T ₉	17	15	2	T ₄	29	25	4
c ₃	127	100	35	U ₀	56	51	5	T ₅	13	8	5
	<u>749</u>	<u>539</u>	<u>254</u>	U ₃	93	84	11	T ₆	33	13	20
				U ₄	48	39	9	U ₁	52	46	7
				U ₅	53	42	12	U ₂	7	2	5
				U ₆	38	25	13		<u>732</u>	<u>339</u>	<u>394</u>
				V	88	53	37				
				W	8	6	2				
				X	18	11	7				
					<u>1321</u>	<u>949</u>	<u>404</u>				

Elementos de las unidades edilicias para el universo G^o en Durham

E- GILESGATE, SHERBURN, DRAGONVILLE

	p	q	cc		p	q	cc
a ₉	719	364	364	f ₇	27	24	3
a ₁₀	40	18	22	f ₈	69	31	38
a ₁₁	34	17	17	f ₉	135	64	71
c ₆	394	241	158	f ₁₀	56	36	20
c ₇ ¹	40	39	7	f ₁₁	8	1	7
c ₇ ²	101	74	37	f ₁₂	22	14	8
c ₇ ³	87	44	34	f ₁₃	56	34	22
c ₇ ⁴	104	62	42	f ₁₄	41	20	21
c ₇ ⁵	38	17	21	f ₁₅	24	12	12
c ₇ ⁶	54	25	29	f ₁₆	16	8	8
d ₁	56	25	31	g ₁	54	19	35
d ₂	51	21	30	g ₂	47	21	26
d ₃	21	9	12	g ₃	16	6	10
d ₄	36	16	20	g ₄	60	25	35
d ₅	44	22	22	g ₅	16	7	9
e ₁	72	50	22	g ₆	35	15	20
e ₂	33	19	20	g ₇	144	72	76
e ₃	59	39	20		<hr/>	<hr/>	<hr/>
e ₄	33	20	13		3187	1702	1505
e ₅	58	34	24				
f ₁	53	25	28				
f ₂	107	45	62				
f ₃	107	45	62				
f ₄	2	1	1				
f ₅	10	14	1				
f ₆	8	7	1				

Elementos de las unidades edilicias para el universo G^o en Durham

G- OTROS ESPACIOS ADAPTADOS

	p	q	cc
a ₆	92	83	18
a ₅	234	133	109
a' ₇	13	11	2
a'' ₇	15	13	2
a''' ₇	6	5	1
a ₈	0	0	0
c ₄	31	22	9
c ₅	17	5	12
c' ₅	11	6	5
s ₁₀	84	58	28
s ₁₁	132	72	60
s ₁₂	97	51	46
s' ₁₂	14	6	8
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	746	465	300

SUMAS TOTALES

	p	q	cc
	9313	5548	3909

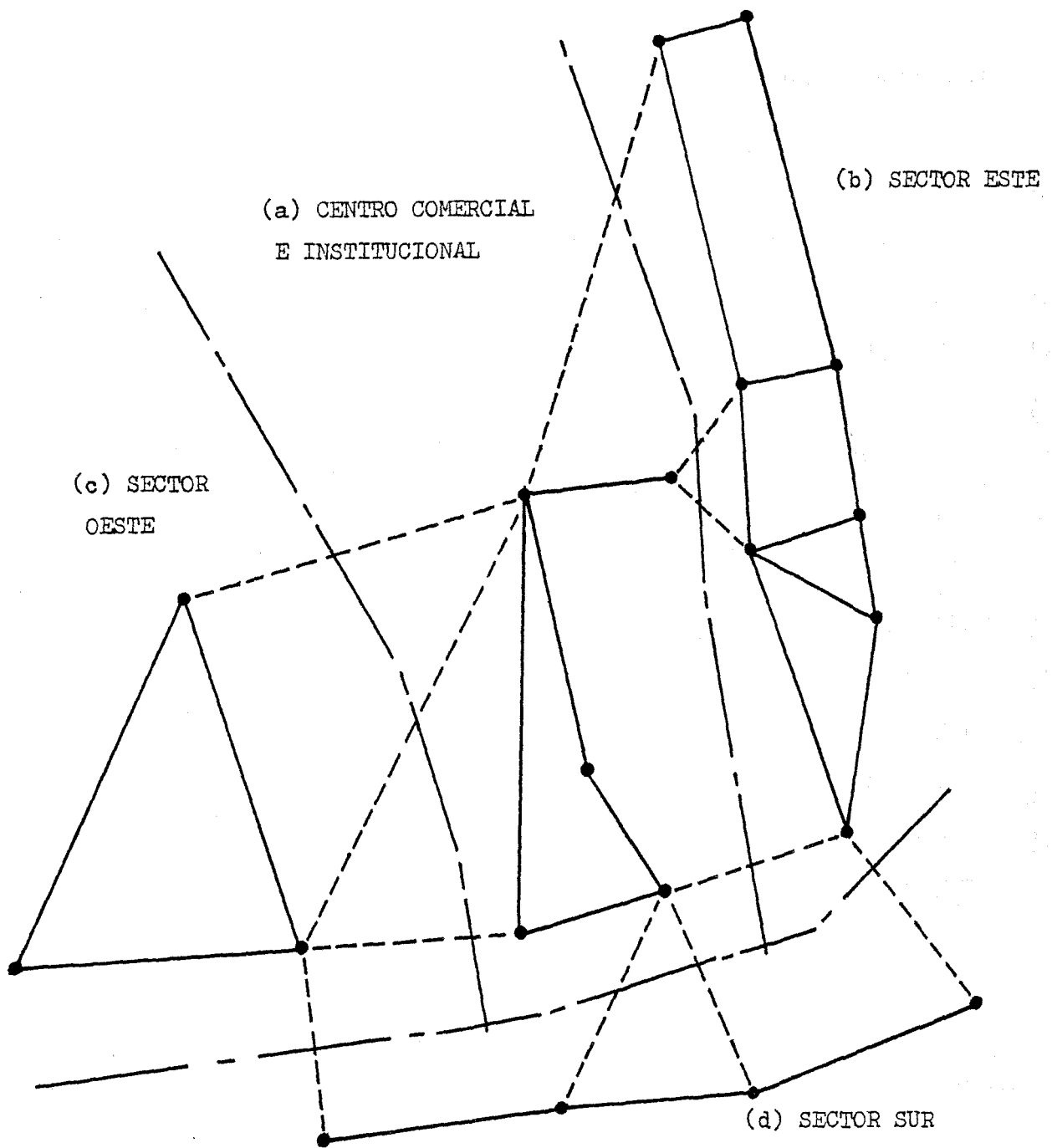


Fig. A1. 1.- Red topológica correspondiente al universo G^A para el Centro de Sabadell (véase la fig. 3.3, p. 337).

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A en el centro de Sabadell

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	c_1	c_2	c_3	d_1	d_2	d_3	d_4	Σ
a_1	--	1	1	1	2	1	2	2	3	2	3	3	3	1	2	1	2	2	3	4	
a_2	1	--	2	2	3	2	3	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	3	4	3	
a_3	1	2	--	2	1	2	3	3	4	3	4	3	2	2	3	2	3	2	2	3	
a_4	1	2	2	--	1	2	3	3	4	3	4	3	2	2	2	1	2	1	2	3	
a_5	2	3	1	1	--	3	4	3	4	2	3	2	1	3	3	2	2	1	1	2	
b_1	1	2	2	2	3	--	1	1	2	2	3	3	3	2	3	2	3	3	4	4	
b_2	2	3	3	3	4	1	--	2	1	3	2	3	4	3	4	3	4	4	5	4	
b_3	2	1	3	3	3	1	2	--	1	1	2	2	2	3	4	3	4	4	4	3	
b_4	3	2	4	4	4	2	1	1	--	2	1	2	3	4	5	4	5	5	5	4	
b_5	2	1	3	3	2	2	3	1	2	--	1	1	1	3	4	3	4	4	3	2	
b_6	3	2	4	4	3	3	2	2	1	1	--	1	2	4	5	4	5	4	4	3	
b_7	3	2	3	3	2	3	3	2	2	1	1	--	1	4	5	4	4	3	3	2	
b_8	3	2	2	2	1	3	4	2	3	1	2	1	--	4	5	4	3	2	2	1	
c_1	1	2	2	2	3	2	3	3	4	3	4	4	4	--	1	1	2	3	4	5	
c_2	2	3	3	2	3	3	4	4	5	4	5	5	5	1	--	1	2	3	4	5	
c_3	1	2	2	1	2	2	3	3	4	3	4	4	4	1	1	--	1	2	3	4	
d_1	2	3	3	2	2	3	4	4	5	4	5	4	3	2	2	1	--	1	2	3	
d_2	2	3	2	1	1	3	4	4	5	4	4	3	2	3	3	2	1	--	1	2	
d_3	3	4	2	2	1	4	5	4	5	3	4	3	2	4	4	3	2	1	--	1	
d_4	4	3	3	3	2	4	4	3	4	2	3	2	1	5	5	4	3	2	1	--	
σ_x	39	43	47	43	43	46	58	48	61	45	57	51	47	53	64	47	55	50	57	58	1.014=D(G)
σ_x^{-1}	,02	,02	,02	,02	,02	,02	,01	,02	,01	,02	,01	,02	,02	,01	,01	,02	,01	,02	,01	,01	0,402=ICA
$\frac{\sigma_x}{D(G)-\sigma_x}$,04	,04	,04	,04	,04	,04	,06	,05	,06	,04	,06	,05	,04	,05	,06	,04	,05	,05	,06	,06	1,053=ICR
ICA_a	= 0,116					ICA_b								ICA_c			ICA_d				
ICR_a	= 0,221					ICR_b								ICR_c			ICR_d				
						= 0,157								= 0,056			= 0,073				
						= 0,431								= 0,171			= 0,230				

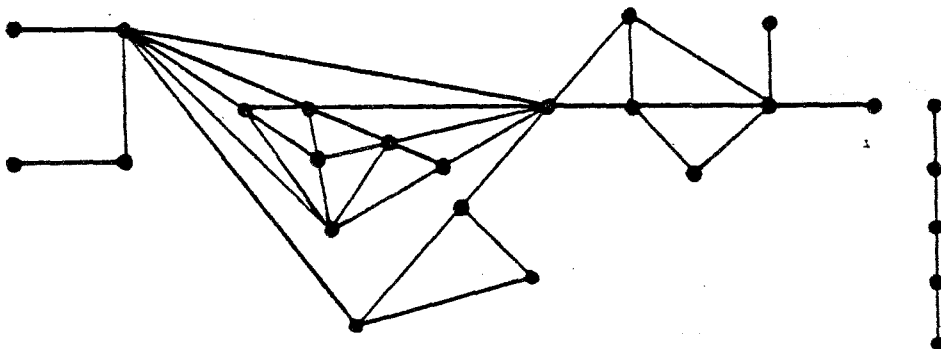
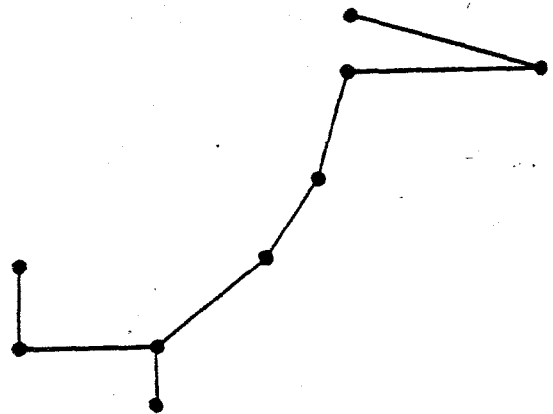
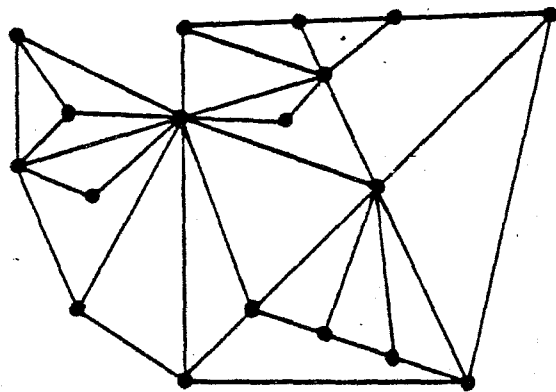
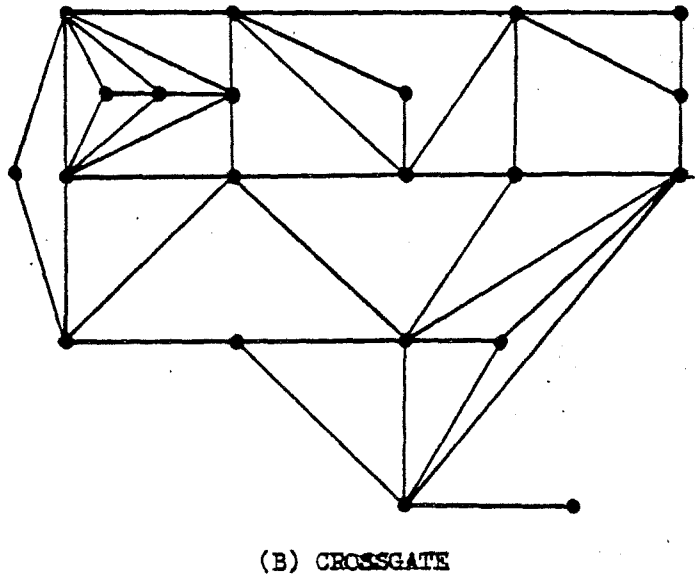
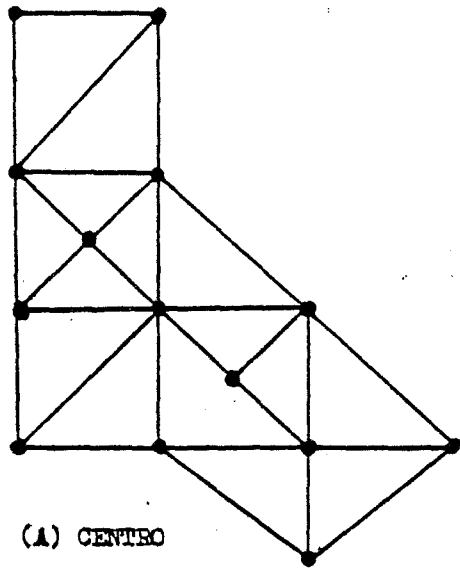


Fig. A1. 2.- Redes topológicas correspondientes al universo G^A en la ciudad de Durham (véanse las figs. 3.5 y 3.6, pp. 340 y 341).

(E) GILSGATE

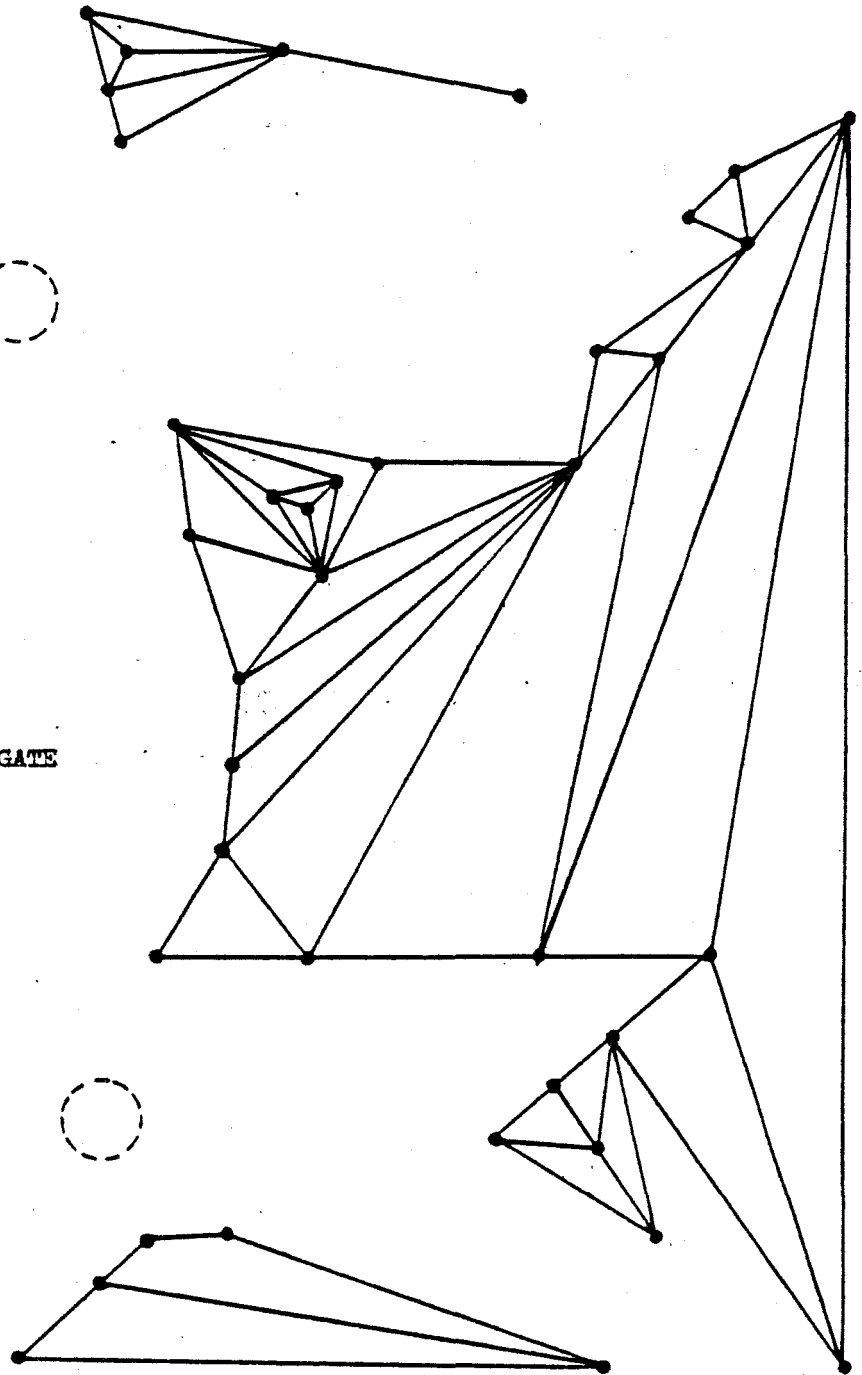


Fig. A1. 3.- Red topológica correspondiente al distrito de Gilesgate en la ciudad de Durham (véase la fig. 3.5, p. 340).

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A
en Durham (A - Centro)

	a_4	a_5	a_3	c_3	a_2	a_1	b_1	c_1	b_2	b_5	b_0	b_3	c_2	b_4	Σ
a_4	--	1	1	2	2	2	3	3	4	3	4	4	4	5	
a_5	1	--	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	
a_3	1	1	--	1	1	1	2	2	3	2	3	3	3	4	
c_3	2	1	1	--	1	2	1	1	2	2	2	2	2	3	
a_2	2	2	1	1	--	1	1	2	2	2	2	3	3	3	
a_1	2	2	1	2	1	--	1	2	2	1	2	3	3	3	
b_1	3	2	2	1	1	1	--	1	1	1	1	2	2	2	
c_1	3	2	2	1	2	2	1	--	1	2	2	1	1	2	
b_2	4	3	3	2	2	2	1	1	--	2	2	1	2	2	
b_5	3	3	2	2	2	1	1	2	2	--	1	2	3	2	
b_0	4	3	3	2	2	2	1	2	2	1	--	1	2	1	
b_3	4	3	3	2	3	3	2	1	1	2	1	--	1	1	
c_2	4	3	3	2	3	3	2	1	2	3	2	1	--	1	
b_4	5	4	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	--	
σ_x	38	30	27	22	25	25	20	22	27	26	26	27	29	33	377 = D(G)

σ_x^{-1} ,02 ,03 ,03 ,04 ,04 ,04 ,05 ,04 ,03 ,03 ,03 ,03 ,03 ,03 0,533 = ICA

$\frac{\sigma_x}{D(G) - \sigma_x}$,11 ,08 ,07 ,06 ,07 ,07 ,05 ,06 ,07 ,07 ,07 ,07 ,08 ,09 1,079 = ICR

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A
en Durham (B - Crossgate)

	s_3^B	s_5^1	s_6	s_4	s_5^2	s_5^3	s_5^4	u_3	u_6	u_0	u_4	t_8	u_5	t_7	t_9	X	s_7	V	W	s_8	s_9	Σ
s_3^B	-	1	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	3	3	3	4	3	3	4	4	5	
s_5^1	1	-	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	2	3	4	3	4	
s_6	2	1	-	1	2	2	2	3	1	3	2	3	3	4	4	3	1	2	3	2	3	
s_4	1	2	1	-	1	1	1	2	1	3	2	3	3	4	4	3	2	2	3	3	4	
s_5^2	1	2	2	1	-	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	5	
s_5^3	1	2	2	1	1	-	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	4	3	4	4	5	
s_5^4	1	2	2	1	2	1	-	1	1	2	2	2	3	3	3	4	3	2	3	3	4	
u_3	1	2	3	2	2	2	1	-	2	1	1	1	2	2	2	3	4	3	4	4	5	
u_6	2	2	1	1	2	2	1	2	-	2	1	2	2	3	3	3	2	1	2	2	3	
u_0	2	3	3	3	3	3	2	1	2	-	1	2	2	3	3	3	4	3	4	4	5	
u_4	3	3	2	2	3	3	2	1	1	1	-	1	1	2	2	2	3	2	3	3	4	
t_8	2	3	3	3	3	3	2	1	2	2	1	-	1	1	1	2	3	2	3	3	4	
u_5	3	4	3	3	4	4	3	2	2	2	1	1	-	2	2	1	2	1	2	2	3	
t_7	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	2	1	2	-	1	2	4	3	3	3	4	
t_9	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	2	1	2	1	-	1	3	2	2	2	3	
X	4	4	3	3	4	5	4	3	3	3	2	2	1	2	1	-	2	1	1	1	2	
s_7	3	2	1	2	3	4	3	4	2	4	3	3	2	4	3	2	-	1	2	1	2	
V	3	3	2	2	3	3	2	3	1	3	2	2	1	3	2	1	1	-	1	1	2	
W	4	4	3	3	4	4	3	4	2	4	3	3	2	3	2	1	2	1	-	1	2	
s_8	4	3	2	3	4	4	3	4	2	4	3	3	2	3	2	1	1	1	1	-	1	
s_9	5	4	3	4	5	5	4	5	3	5	4	4	3	4	3	2	2	2	2	1	-	

G_x 49 55 47 46 57 58 45 47 39 56 44 45 47 59 53 43 51 41 55 51 70 1.058=D(G)

G_x^{-1} ,02,01,02,02,01,01,02,02,02,01,02,02,02,01,01,02,02,02,01,02,01 0,425=ICA

$\frac{G_x}{D(G)-G_x}$,04,05,04,04,05,05,04,04,03,05,04,04,04,05,05,04,05,04,05,05,07 1,051=ICR

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A en Durham (C - Western Hill)

	S_2^{IV}	S_3^A	S_2'''	S_2''	U_1	S_1	S_2	U_2	T_3	R	T_1	S_2'	T_2	T_4	T_5	T_6	Q	A	Σ
S_2^{IV}	-	1	1	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	
S_3^A	1	-	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	
S_2'''	1	1	-	2	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	
S_2''	2	1	2	-	2	2	1	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	3	
U_1	2	1	2	2	-	2	1	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	
S_1	2	2	2	2	2	-	1	2	2	1	1	2	2	3	3	3	2	3	
S_2	1	1	1	1	1	1	-	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	
U_2	2	2	2	2	1	2	1	-	1	3	2	2	2	2	2	1	3	2	
T_3	2	2	2	2	2	2	1	1	-	3	2	2	1	1	2	2	3	2	
R	3	3	3	3	3	1	2	3	3	-	1	2	2	3	3	3	1	2	
T_1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	-	1	1	2	2	2	1	2	
S_2'	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	-	2	3	3	3	2	3	
T_2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	-	1	1	1	2	1	
T_4	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2	3	1	-	1	2	3	2	
T_5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	1	1	-	1	3	2	
T_6	3	3	3	3	2	3	2	1	2	3	2	3	1	2	1	-	2	1	
Q	3	3	3	3	3	2	2	3	3	1	1	2	2	3	3	2	-	1	
A	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1	2	2	1	1	-	

σ_x 37 35 37 38 36 35 23 32 32 41 28 36 27 40 40 37 40 38 632=D(G)

σ_x^{-1} ,02 ,02 ,02 ,02 ,02 ,02 ,04 ,03 ,03 ,02 ,03 ,02 ,03 ,02 ,02 ,02 ,02 ,02 0,525=ICA

$\frac{\sigma_x}{D(G)-\sigma_x}$,06 ,05 ,06 ,06 ,06 ,05 ,03 ,05 ,05 ,06 ,04 ,06 ,04 ,06 ,06 ,06 ,06 ,06 1,060=ICR

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A en Durham (D - Framwellgate Moor / Newton Hall)

	M	M ₁	P ₁	P ₂	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	O ₃	O ₂	O ₁	L	K	J	I	F	H	G	Σ
M	-	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	3	4	3	4	
M ₁	1	-	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	4	5	4	5	
P ₁	2	3	-	1	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	5	6	5	6	
P ₂	1	2	1	-	2	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	4	5	4	5	
N ₁	1	2	3	2	-	1	1	1	2	2	2	3	2	1	2	2	3	4	3	4	
N ₂	1	2	3	2	1	-	1	2	1	2	2	3	3	3	3	3	4	5	4	5	
N ₃	2	3	4	3	1	1	-	1	1	2	3	4	3	2	3	3	4	6	5	6	
N ₄	2	3	4	3	1	2	1	-	1	1	3	3	2	1	2	2	3	4	3	4	
N ₅	1	2	3	2	2	1	1	1	-	1	2	3	3	2	3	3	4	5	4	5	
N ₆	2	3	4	3	2	2	2	1	1	-	3	3	2	1	2	2	3	4	3	4	
O ₃	1	2	3	2	2	2	3	3	2	3	-	1	1	2	3	3	4	5	4	5	
O ₂	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	1	-	1	2	3	3	4	5	4	5	
O ₁	2	3	4	3	2	3	3	2	3	2	1	1	-	1	2	2	3	4	3	4	
L	1	2	3	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1	-	1	1	2	3	2	3	
K	2	3	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	1	-	1	2	2	1	2	
J	2	3	4	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	1	1	-	1	2	1	2	
I	3	4	5	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	2	2	1	-	2	1	2	
F	4	5	6	5	4	5	6	4	5	4	5	5	4	3	2	2	2	-	1	2	
H	3	4	5	4	3	4	5	3	4	3	4	4	3	2	1	1	1	1	-	1	
G	4	5	6	5	4	5	6	4	5	4	5	5	4	3	2	2	2	2	2	1	-

σ_x 37 55 71 53 41 50 57 45 48 47 51 59 48 35 44 43 58 74 56 74 1.046 = D(G)
 σ_x^{-1} ,02,01,01,01,02,02,01,02,02,02,02,01,02,02,02,02,01,01,01,01 0,398 = ICA
 $\frac{\sigma_x}{D(G)-\sigma_x}$,03,05,07,05,04,05,05,04,04,04,05,06,04,03,04,04,05,07,05,07 1,055 = ICR

Camino mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A en

Durham (D - Framwellgate Moor / Newton Hall)

	⁴ c ₇	f ₁₆	f ₁₅	f ₁₄	f ₁₂	f ₁₃	f ₉	f ₃	f ₂	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	f ₁	f ₈	
⁴ c ₇	-	1	2	1	2	2	3	4	5	5	5	5	4	5	4	...
f ₁₆	1	-	1	1	2	2	3	4	5	5	5	5	4	5	5	...
f ₁₅	2	1	-	1	2	2	3	4	5	5	5	5	4	5	4	...
f ₁₄	1	1	1	-	1	1	2	3	4	4	4	4	3	4	3	...
f ₁₂	2	2	2	1	-	1	1	2	3	3	3	3	2	3	2	...
f ₁₃	2	2	2	1	1	-	1	2	3	3	3	3	2	3	2	...
f ₉	3	3	3	2	1	1	-	1	2	2	2	2	1	2	1	...
f ₃	4	4	4	3	2	2	1	-	1	2	2	2	1	2	2	...
f ₂	5	5	5	4	3	3	2	1	-	1	1	2	1	1	2	...
f ₄	5	5	5	4	3	3	2	2	1	-	1	1	1	2	2	...
f ₅	5	5	5	4	3	3	2	2	1	1	-	1	1	2	2	...
f ₆	5	5	5	4	3	3	2	2	2	1	1	-	1	2	2	...
f ₇	4	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	-	1	1	...
f ₁	5	5	5	4	3	3	2	2	1	2	2	2	1	-	1	...
f ₈	4	4	4	3	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	-	...
f ₁₀	4	4	4	3	2	2	1	2	3	3	3	3	2	2	1	...
f ₁₁	3	4	4	3	2	2	1	2	3	3	3	3	2	3	2	...
c ₇ ¹	3	4	5	4	3	3	2	3	4	4	4	4	3	4	3	...
c ₇ ²	2	3	4	3	2	2	1	2	3	3	3	3	2	3	2	...
c ₇ ³	1	2	3	2	2	1	2	3	4	4	4	4	3	4	3	...
c ₇ ⁵	1	2	3	2	3	2	3	4	5	5	5	5	4	5	4	...
e ₁	2	3	4	3	4	3	4	5	6	6	6	6	5	6	5	...
e ₂	3	4	5	4	5	4	5	6	7	7	7	7	6	7	6	...
e ₃	3	4	5	4	5	4	5	6	7	7	7	7	6	7	6	...
e ₄	3	4	5	4	5	4	5	6	7	7	7	7	6	7	6	...
e ₅	4	5	6	5	6	5	6	7	8	8	8	8	7	8	7	...
c ₈ ⁶	1	2	3	2	4	3	4	5	6	6	6	6	5	6	5	...
σ_x	78	89	99	75	73	66	65	82	99	98	100	101	78	100	83	...
σ_x^{-1}	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	,01	...
$\frac{\sigma_x}{D(G)-\sigma_x}$,03	,03	,04	,03	,03	,02	,02	,03	,04	,04	,04	,04	,03	,04	,03	...

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A

en Durham (D - Framwellgate Moor / Newton Hall)

	f ₁₀	f ₁₁	c ₇ ¹	c ₇ ²	c ₇ ³	c ₇ ⁵	e ₁	e ₂	e ₃	e ₄	e ₅	c ₇ ⁶	Σ
c ₇ ⁴	4	3	3	2	1	1	2	3	3	3	4	1	
f ₁₆	4	4	4	3	2	2	3	4	4	4	5	2	
f ₁₅	4	4	5	4	3	3	4	5	5	5	6	3	
f ₁₄	3	3	4	3	2	2	3	4	4	4	5	2	
f ₁₂	2	2	3	2	2	3	4	5	5	5	6	4	
f ₁₃	2	2	3	2	1	2	3	4	4	4	5	3	
f ₉	1	1	2	1	2	3	4	5	5	5	6	4	
f ₃	2	2	3	2	3	4	5	6	6	6	7	5	
f ₂	3	3	4	3	4	5	6	7	7	7	8	6	
f ₄	3	3	4	3	4	5	6	7	7	7	8	6	
f ₅	3	3	4	3	4	5	6	7	7	7	8	6	
f ₆	3	3	4	3	4	5	6	7	7	7	8	6	
f ₇	2	2	3	2	3	4	5	6	6	6	7	5	
f ₁	2	3	4	3	4	5	6	7	7	7	8	6	
f ₈	1	2	3	2	3	4	5	6	6	6	7	5	
f ₁₀	-	1	2	2	3	4	5	6	6	6	7	5	
f ₁₁	1	-	1	1	2	3	4	5	5	5	6	4	
c ₇ ¹	2	1	-	1	2	3	4	5	5	5	6	4	
c ₇ ²	2	1	1	-	1	2	3	4	4	4	5	3	
c ₇ ³	3	2	2	1	-	1	2	3	3	3	4	2	
c ₇ ⁵	4	3	3	2	1	-	1	2	2	2	3	1	
e ₁	5	4	4	3	2	1	-	1	1	1	2	1	
e ₂	6	5	5	4	3	2	1	-	1	2	1	2	
e ₃	6	5	5	4	3	2	1	1	-	1	1	2	
e ₄	6	5	5	4	3	2	1	2	1	-	1	2	
e ₅	7	6	6	5	4	3	2	1	1	1	-	3	
c ₇ ⁶	5	4	4	3	2	1	1	2	2	2	3	-	
σ _x	86	77	91	68	68	77	93	115	114	115	137	93	2.420 = D(G)
σ _x ⁻¹	,012	,013	,011	,015	,015	,013	,011	,009	,009	,009	,007	,011	0,312 = ICA
$\frac{\sigma_x}{D(G)-\sigma_x}$,037	,033	,039	,029	,029	,033	,040	,050	,049	,050	,060	,040	1,040 = ICR

Caminos mínimos entre manzanas y medidas de centralidad para el universo G^A en

Durham (F - Universidad / Whinney Hill / Elvet)

	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S''_{17}	S'_{17}	S_{18}	Y_2	Y_1
S_{13}	-	1	2	3	3	4	5	6	7
S_{14}	1	-	1	2	2	3	4	5	6
S_{15}	2	1	-	1	1	2	3	4	5
S_{16}	3	2	1	-	2	3	4	5	6
S''_{17}	3	2	1	2	-	1	2	3	4
S'_{17}	4	3	2	3	1	-	1	2	3
S_{18}	5	4	3	4	2	1	-	1	2
Y_2	6	5	4	5	3	2	1	-	1
Y_1	7	6	5	6	4	3	2	1	-
σ_x	31	24	19	26	18	19	22	27	34
σ_x^{-1}	0,032	0,042	0,053	0,038	0,056	0,053	0,045	0,037	0,029
$\frac{\sigma_x}{D(G) - \sigma_x}$	0,164	0,122	0,095	0,134	0,089	0,095	0,111	0,140	0,183

$D(G) = 220$

$ICA = 0,385$

$ICR = 1,132$

Cálculo del índice S-I para el centro de Sabadell

$$f_0 = P = 20; f_1 = 2Q = 68; f_2 = 110; f_3 = 106; f_4 = 74; f_5 = 22; N = \text{Suma} = 400$$

$$\mu_1 = \bar{I} = \frac{1}{400} (0 \times 20 + 1 \times 68 + 2 \times 110 + 3 \times 106 + 4 \times 74 + 5 \times 22) = 2,53$$

$$\mu_2 = \frac{1}{400} (20(0 - 2,53)^2 + 68(1 - 2,53)^2 + 110(2 - 2,53)^2 + 106(3 - 2,53)^2 + 74(4 - 2,53)^2 + 22(5 - 2,53)^2) = 1,589$$

$$\underline{I = \mu_2 / \mu_1 = 0,628}$$

$$\mu_3 = \frac{1}{400} (20(-2,53)^3 + 68(-1,53)^3 + 110(-0,53)^3 + 106(0,47)^3 + 74(1,47)^3 + 22(2,47)^3) = -0,016$$

$$\underline{S = \mu_3 / \mu_2 = -0,01}$$

Cálculo de los índices S-I para la ciudad de Durham

(A)- Centro

$$f_0 = P = 14; f_1 = 2Q = 56; f_2 = 72; f_3 = 40; f_4 = 12; f_5 = 2; N = \text{Suma} = F^2 = 196$$

$$\mu_1 = \bar{I} = \frac{1}{196} (14 \times 0 + 56 \times 1 + 72 \times 2 + 40 \times 3 + 12 \times 4 + 2 \times 5) = 1,969$$

$$\mu_2 = \frac{1}{196} (14(0 - 1,969)^2 + 56(1 - 1,969)^2 + 72(2 - 1,969)^2 + 40(3 - 1,969)^2 + 12(4 - 1,969)^2 + 2(5 - 1,969)^2) = 1,087$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1} = 0,552$$

$$\mu_3 = \frac{1}{196} (14(-1,969)^3 + 56(-0,969)^3 + 72(0,031)^3 + 40(1,031)^3 + 12(2,031)^3 + 2(3,031)^3) = 0,376$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = 0,346$$

(B)- Crossgate

$$f_0 = P = 21; f_1 = 2Q = 86; f_2 = 126; f_3 = 122; f_4 = 76; f_5 = 10; N = \text{Suma} = F^2 = 441$$

$$\mu_1 = \bar{I} = \frac{1}{441} (21 \times 0 + 86 \times 1 + 126 \times 2 + 122 \times 3 + 76 \times 4 + 10 \times 5) = 2,399$$

$$\mu_2 = \frac{1}{441} (21(0 - 2,399)^2 + 86(1 - 2,399)^2 + 126(2 - 2,399)^2 + 122(3 - 2,399)^2 + 76(4 - 2,399)^2 + 10(5 - 2,399)^2) = 1,396$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1} = 0,58$$

$$\mu_3 = \frac{1}{441} (21(-2,399)^3 + 86(-1,399)^3 + 126(-0,399)^3 + 122(0,601)^3 + 76(1,601)^3 + 10(2,601)^3) = -0,043$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = -0,030$$

Cálculo de los índices S-I para la ciudad de Durham

(C)- Western Hill

$$f_0 = P = 18; f_1 = 2Q = 72; f_2 = 142; f_3 = 92; N = \text{Suma} = 324$$

$$\mu_1' = \bar{I} = \frac{1}{324} (18x0 + 72x1 + 142x2 + 92x3) = 2,006$$

$$\mu_2 = \frac{1}{324} (14(0 - 2,006)^2 + 72(1 - 2,006)^2 + 142(2 - 2,006)^2 + 92(3 - 2,006)^2) = 0,679$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1'} = 0,338$$

$$\mu_3 = \frac{1}{324} (14(-2,006)^3 + 72(-1,006)^3 + 142(-0,006)^3 + 92(0,994)^3) = -0,296$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = -0,436$$

(D)- Framwellgate Moor, Newton Hall

$$f_0 = P = 20; f_1 = 2Q = 68; f_2 = 104; f_3 = 108; f_4 = 62; f_5 = 30; f_6 = 8; N = 400$$

$$\mu_1' = \bar{I} = \frac{1}{400} (20x0 + 68x1 + 104x2 + 108x3 + 62x4 + 30x5 + 8x6) = 2,615$$

$$\mu_2 = \frac{1}{400} (20(0 - 2,615)^2 + 68(1 - 2,615)^2 + 104(2 - 2,615)^2 + 108(3 - 2,615)^2 + 62(4 - 2,615)^2 + 30(5 - 2,615)^2 + 8(6 - 2,615)^2) = 1,876$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1'} = 0,717$$

$$\mu_3 = \frac{1}{400} (20(-2,615)^3 + 68(-1,615)^3 + 104(-0,615)^3 + 108(0,385)^3 + 62(1,385)^3 + 30(2,385)^3 + 8(3,385)^3) = 0,549$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = 0,293$$

Cálculo de los índices S-I para la ciudad de Durham

(E)- Gilesgate, Sherburn, Dragonville

$$f_0 = P = 27; f_1 = 2Q = 106; f_2 = 148; f_3 = 132; f_4 = 116; f_5 = 98; f_6 = 54; f_7 = 38; f_8 = 10; N = \text{Suma} = P^2 = 729$$

$$\mu_1 = \frac{1}{729} (27 \times 0 + 106 \times 1 + 148 \times 2 + 132 \times 3 + 116 \times 4 + 98 \times 5 + 54 \times 6 + 38 \times 7 + 10 \times 8) = 3,359$$

$$\mu_2 = \frac{1}{729} (27(0 - 3,359)^2 + 106(1 - 3,359)^2 + 148(2 - 3,359)^2 + 132(3 - 3,359)^2 + 116(4 - 3,359)^2 + 98(5 - 3,359)^2 + 54(6 - 3,359)^2 + 38(7 - 3,359)^2 + 10(8 - 3,359)^2) = 3,556$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1^2} = 1,058$$

$$\mu_3 = \frac{1}{729} (27(-3,359)^3 + 106(-2,359)^3 + 148(-1,359)^3 + 132(-0,359)^3 + 116(0,641)^3 + 98(1,641)^3 + 54(2,641)^3 + 38(3,641)^3 + 10(4,641)^3) = 2,057$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = 0,578$$

(F)- Universidad, Elvet, Whinney Hill

$$f_0 = 9; f_1 = 16; f_2 = 16; f_3 = 14; f_4 = 10; f_5 = 8; f_6 = 6; f_7 = 2; N = 81$$

$$\mu_1 = \frac{1}{81} (9 \times 0 + 16 \times 1 + 16 \times 2 + 14 \times 3 + 10 \times 4 + 8 \times 5 + 6 \times 6 + 2 \times 7) = 2,716$$

$$\mu_2 = \frac{1}{81} (9(-2,716)^2 + 16(-1,716)^2 + 16(-0,716)^2 + 14(0,284)^2 + 10(1,284)^2 + 8(2,284)^2 + 6(3,284)^2 + 2(4,284)^2) = 3,487$$

$$I = \frac{\mu_2}{\mu_1^2} = 1,284$$

$$\mu_3 = \frac{1}{81} (9(-2,716)^3 + 16(-1,716)^3 + 16(-0,716)^3 + 14(0,284)^3 + 10(1,284)^3 + 8(2,284)^3 + 6(3,284)^3 + 2(4,284)^3) = 2,710$$

$$S = \frac{\mu_3}{\mu_2} = 0,777$$

Coefficientes gráficos para G^0 en el centro de Sabadell

	<u>a.</u>	<u>b.</u>	<u>c.</u>	<u>d.</u>	Datos
	Sector com. e instituc.	Zona Este	Zona Oeste	Zona Sur	totales
p	114	148	164	96	522
q	137	208	192	121	658
cc	6	8	5	4	23
μ	19	68	33	29	159
$\beta^0 = q/p$	1,202	1,406	1,171	1,260	1,261
μ/p	0,254	0,459	0,201	0,302	0,305
μ/q	0,212	0,327	0,172	0,240	0,242
p/cc	19	18,5	32,8	24	22,69
q/cc	22,83	26	38,4	30,25	28,60

Porcentajes de los coeficientes gráficos de cada distrito respecto a los valores totales

p/p_T	0,218	0,283	0,314	0,183	1
q/q_T	0,208	0,316	0,291	0,183	1
cc/cc_T	0,260	0,347	0,217	0,173	1
μ/μ_T	0,182	0,427	0,207	0,182	1

Coefficientes gráficos para G° en Durham

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>Otros</u>	<u>Datos t.</u>
p	749	1321	732	1746	3187	832	746	9313
q	539	949	339	976	1702	578	465	5548
cc	254	404	394	772	1505	280	300	3909
μ	44	32	1	2	20	26	19	144
$\beta^{\circ}=q/p$	0,719	0,718	0,463	0,558	0,534	0,694	0,623	0,595
μ/p	0,058	0,024	0,001	0,001	0,006	0,031	0,025	0,015
μ/q	0,081	0,033	0,002	0,002	0,011	0,044	0,040	0,025
p/cc	2,948	3,269	1,857	2,261	2,117	2,971	2,486	2,382
q/cc	2,122	2,349	0,860	1,264	1,130	2,064	1,55	1,419

Porcentajes de los coeficientes gráficos de cada distrito respecto a los valores totales

p/p_T	0,080	0,141	0,075	0,187	0,342	0,089	0,080	1
q/q_T	0,097	0,171	0,061	0,175	0,306	0,104	0,083	1
cc/cc_T	0,064	0,103	0,100	0,197	0,385	0,071	0,076	1
μ/μ_T	0,305	0,222	0,007	0,013	0,138	0,180	0,131	1

Coefficientes gráficos para G^A en Durham y Sabadell

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>S</u>	Total (Durham)
P	14	21	18	25	40	9	20	77
Q	28	42	35	38	68	8	34	250
CC	1	1	1	2	5	1	1	2
μ	15	22	18	15	33	0	15	175
β	2	2	1,94	1,52	1,675	0,888	1,7	3,246
γ	0,307	0,2	0,228	0,126	0,085	0,222	0,179	0,085
α	0,192	0,115	0,132	0,054	0,043	0	0,088	0,061
P/CC	14	21	18	12,5	8	9	20	38,5
Q/CC	28	42	35	19	13,4	8	34	125
$\frac{P+Q+CC}{Q}$	1,535	1,523	1,542	1,710	1,671	2,25	1,618	1,316
$\frac{P+Q+CC}{P}$	3,071	3,047	3	2,6	2,8	2	2,750	4,272
$\frac{P+Q+CC}{CC}$	43	64	54	32,5	22,4	18	55	164,5

APENDICE 2

BREVIARIO DE TERMINOS TOPOLOGICO-COMBINATORIOS

APENDICE 2

BREVIARIO DE TERMINOS TOPOLOGICO-COMBINATORIOS

El elemento más sencillo de los aquí utilizados se asimila a la noción de grafo. Todo grafo G consta de:

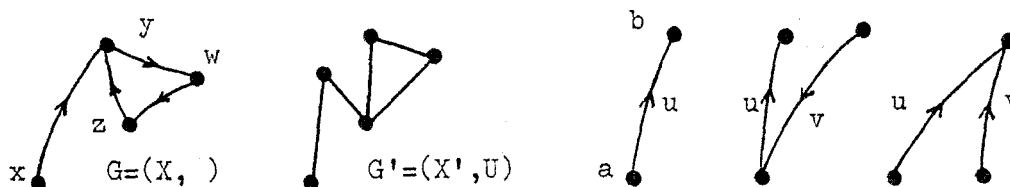
- un conjunto X , cuyos elementos son los puntos o vértices de G ;
- una aplicación Γ de X en X , es decir, un subconjunto del producto cartesiano $X \times X$, cuyos elementos son las líneas de G (aristas, o arcos si el grafo es dirigido, lo cual sucede cuando a las líneas se les asigna un sentido) (+).

Consecuentemente, un grafo $G = (X, \Gamma)$ es un par constituido por un conjunto X y una función Γ . Se puede apreciar que

- un arco es un par (x, y) donde y pertenece a Γx ;
- una arista de un grafo (X, U) es un conjunto de dos elementos x e y , tales que uno de los pares (x, y) o (y, x) pertenezca a U .

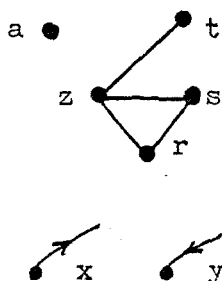
La diferencia esencial entre los grafos y los grafos dirigidos radica en que en los primeros la aplicación Γ siempre es simétrica, es decir, $a \Gamma b$ implica $b \Gamma a$, lo cual no se cumple necesariamente en los grafos dirigidos.

Ahora pasaremos a familiarizarnos con los puntos: en un arco $u = (a, b)$ a es el vértice inicial y b el vértice terminal; y dos arcos u y v son adyacentes si son distintos y tienen un vértice en común, ya sea el inicial o el terminal. De la misma manera dos puntos serán adyacentes si hay una arista o arco que los una.



(+) Es preciso indicar que aquí se ha seguido la terminología de C. Berge /1958/ y F. Harary /1972/ y no la de J. Margarit-C. Buxadé /1969/, sólo porque Harary intenta unificar el lenguaje de la T^a de Grafos. Se apreciará que estos últimos autores llaman lazos a lo que aquí se denomina líneas, y nosotros conservamos el término lazos para las líneas que salen de un punto y acaban en él (es decir, para las relaciones reflexivas).

El sentido de los arcos viene expresado por el término incidencia: un arco cuyo vértice inicial es x y cuyo vértice terminal es distinto de x se denominará incidente desde x, mientras que un arco cuyo vértice terminal es y se denominará incidente en y.

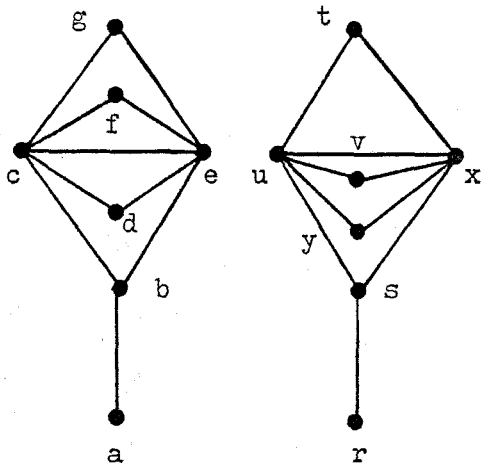


Hasta ahora los grafos considerados han presentado todos sus vértices unidos a otros vértices mediante arcos o aristas, pero puede darse el caso de que ninguna arista incida en un vértice a, diremos entonces que a es un vértice aislado, y si sólo hay una arista incidente en un punto y le llamaremos a este vértice pendiente. Ambas cualidades están relacionadas con el concepto de grado de incidencia o grado de conexión - o, simplemente, grado - de un vértice, que es el número de líneas conectadas con él, pudiéndose distinguir en los grafos dirigidos entre el grado de incidencia en y y el grado de incidencia desde un punto. Resulta obvio que el grado de un vértice aislado es 0, y 1 el de un vértice pendiente; e igualmente inmediato es el primer teorema de la teoría de grafos, debido a Euler: "la suma de los grados de un grafo es el doble del número de sus líneas", que no precisa para su comprensión más que pensar que cada línea une dos vértices, y del que se deduce como corolario que en todo grafo el número de puntos de grado impar es par. Asimismo, puede suceder que todos los puntos de un grafo G tengan el mismo grado r, en estos casos llamaremos a G grafo regular de grado r.

Ya conocemos los elementos de un grafo, pasaremos a describir algunas de sus cualidades, sus diferentes tipos y subconjuntos. Antes indicaremos que la mayoría de los especialistas en grafos se lamenta de la imposibilidad de eludir una larga lista de definiciones; si bien esto representa

un problema para la "elegancia" del desarrollo matemático, aquí nos sirve para familiarizarnos con varias propiedades sintácticas.

En ocasiones nos encontramos con que dos grafos tienen el mismo número de puntos y líneas, pero su denotación no sigue el mismo orden y, sin embargo, puede establecerse una correspondencia biunívoca entre sus aristas y sus vértices, de modo que el tipo y valor de sus conexiones es idéntico; entonces diremos que estos grafos son isomorfos (algunos autores los denominan idénticos).



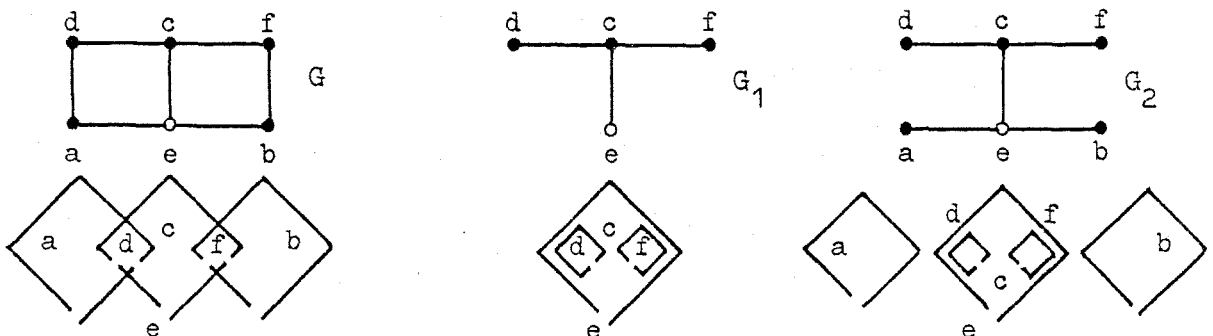
Tomemos los grafos de la figura adjunta y hagamos el siguiente cambio de nomenclatura de los vértices:

$\underline{a=r}$, $\underline{b=s}$, $\underline{c=u}$, $\underline{e=x}$, $\underline{g=t}$, $\underline{d=v}$ o \underline{y} , $\underline{f=y}$ o \underline{v} , resultará que ambos grafos representan a la misma configuración.

Un subgrafo H de G es un grafo cuyos puntos y líneas se hallan todos en G (a H le faltarán algunos de los puntos o líneas de G). Y, entonces, G es un supergrafo de H.

Un subgrafo generador o de cobertura D de G es un subgrafo que contiene a todos los puntos de G, pero carece de alguna de sus líneas. Y, para todo conjunto S de puntos de G, el subgrafo inducido $\langle S \rangle$ es el subgrafo máximo de G con el conjunto de puntos de S.

Para ilustrar estos conceptos obsérvense las figuras adjuntas:



G_1 es un subconjunto de G que no contiene los puntos a , b , y por tanto tampoco posee las líneas que unían a y b con e , d y f en G .

G_2 contiene todos los puntos de G , luego será un subgrafo de cobertura de G , pero obsérvese que ahora d y a , f y b no son adyacentes, y los espacios d y f , antes contenidos a un mismo tiempo en c y a y en c y b , respectivamente, sólo se hallan dentro de c en la configuración G_2 porque la ausencia de conexión con el espacio exterior e equivale a ser interior a otro espacio.

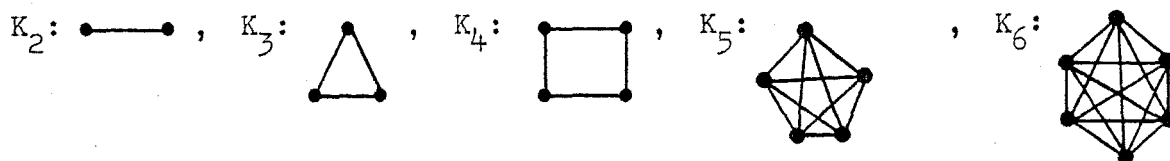
De lo antedicho se deduce que los subgrafos y supergrafos se obtienen, respectivamente, mediante la eliminación o adición de puntos y líneas: la eliminación de un punto v_i convierte al grafo G en el subgrafo $G - v_i$, formado por todos los puntos de G excepto v_i y todas las líneas incidentes en él. La eliminación de una línea x_j en G conduce al subgrafo de cobertura $G - x_j$.

Por otra parte, si los vértices v_i y v_j no son adyacentes en G , la adición de la línea $v_i v_j$ produce el mínimo supergrafo de G que contiene a $v_i v_j$.

(Siguiendo el criterio utilizado, los subgrafos o supergrafos de G resultantes de la eliminación o adición de un punto v o una arista x se denotarán por $G - v$, $G - x$; $G + v$, $G + x$).

Ulam mostró que la colección de subgrafos $G - v_i$ de G nos proporciona cierta información sobre el mismo G en la siguiente conjetura: si nos encontramos con dos grafos G y H con p puntos v_i y p puntos u_i respectivamente, con $p \geq 3$, y para cada subíndice i los subgrafos $G_i = G - v_i$ y $H_i = H - u_i$ son isomorfos, entonces G y H son isomorfos.

Puede intuirse que, dado un número finito p de puntos, añadiendo aristas paulatinamente llegaremos a un grafo K_p en que cada par de sus p puntos es adyacente; este grafo K_p se llama completo, consta de $\binom{p}{2}$ líneas y es regular de grado $p-1$. Ejemplos de grafos completos son:

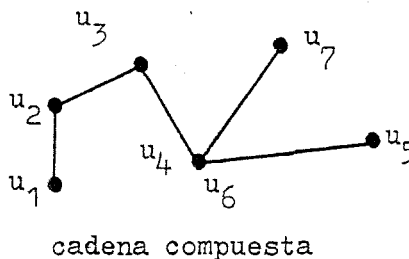
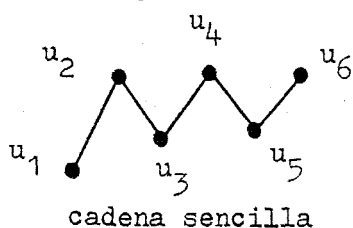


Ahora bien, la comparaci3n de un grafo G_p y su completo K_p sugiere la existencia de un grafo complementario, \bar{G}_p , formado con los mismos puntos p y cuyas aristas se disponen sencillamente: dos puntos son adyacentes en \bar{G}_p si y solo si no lo son en G_p . Y un grafo autocomplementario ser3 isomorfo con su complemento.

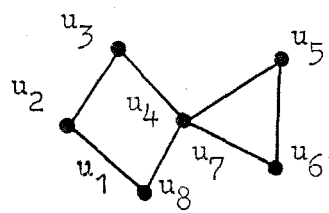
Fue Frank Ramsey el primero que se plante3 si exist3a una relaci3n entre un grafo y su complemento, en la siguiente pregunta: ;cu3al es el menor n3mero entero $r(m,n)$ tal que, dado un grafo con $r(m,n)$ puntos, contenga a K_m o a \bar{K}_n ? Estos valores $r(m,n)$ se llaman numeros de Ramsey, y $r(m,n)=r(n,m)$, pero s3lo se conoce la respuesta a la pregunta anterior para unos pocos grafos, aunque hay una desigualdad, debida a Erd3s y Szekeres que los limita: $r(m,n) \leq \binom{m+n-2}{m-1}$. Los n3meros de Ramsey se han generalizado para una multitud de acepciones, pero en su sentido inicial, "cl3sico", designaban el n3mero de puntos del m3nimo grafo completo en el que forzosamente estaba contenido un conjunto dado de grafos completos menores K_m, \bar{K}_n .

Pasemos ahora a considerar diversas partes, secuencias y recorridos en un grafo:

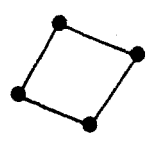
A) Una cadena es una secuencia de aristas (u_1, u_2, \dots) en que cada arista u_k tiene un v3rtice en com3n con la arista siguiente u_{k+1} . Una cadena es sencilla si las aristas utilizadas son todas diferentes, y compuesta en los dem3s casos.



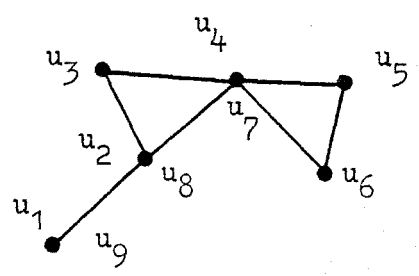
Un ciclo es una cadena finita que comienza y termina con el mismo vértice. Si todas las aristas son diferentes el ciclo es sencillo, en los demás casos es compuesto, y elemental cuando cada vértice perteneciente al ciclo aparece una sola vez.



ciclo sencillo

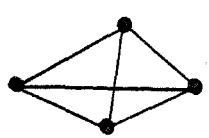


ciclo elemental



ciclo compuesto

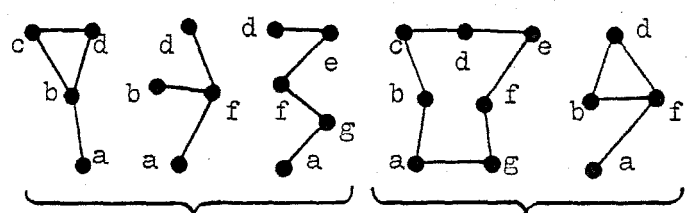
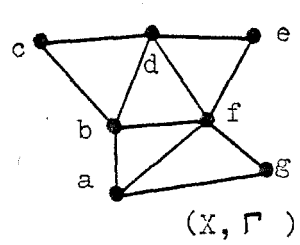
Un grafo es conexo si, para todo par de vértices distintos, existe una cadena que vaya desde el uno hasta el otro. Mucho más importante es la siguiente definición:



grafo conexo

Dado un vértice a, sea C_a el conjunto de vértices conectados con a mediante una cadena (incluido a); el subgrafo C_a construido de esta manera es un componente conexo (o sencillamente un componente). Y los diversos componentes de un grafo (X, Γ) constituyen una partición de X ; es decir: 1) $C_a \neq \emptyset$;

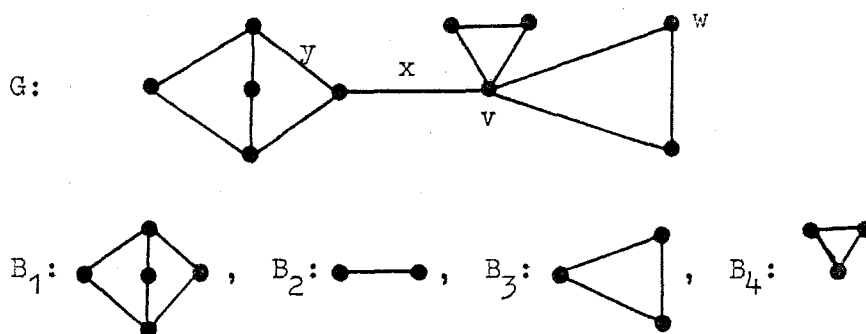
2) $C_a \neq C_b \Rightarrow C_a \cap C_b = \emptyset$; 3) $\cup C_a = X$.



Dos particiones de (X, Γ)

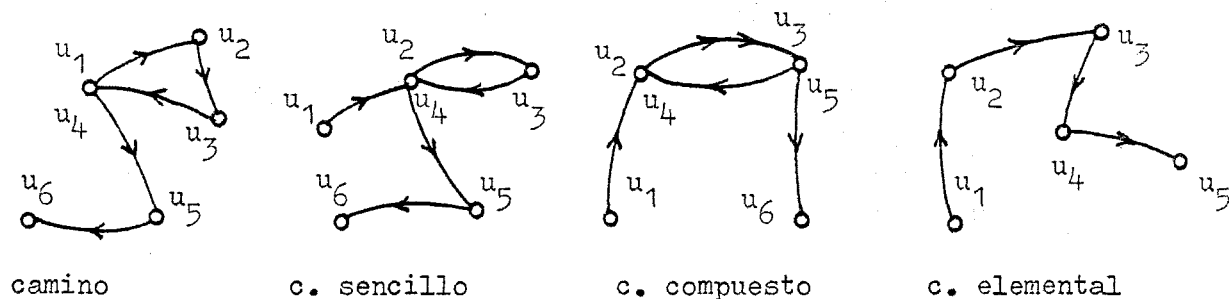
Un punto de corte de un grafo es un vértice cuya eliminación aumenta el número de componentes, y un punte es una línea con las mismas cualidades. Por tanto, si v es un punto de corte de un grafo conexo G , $G - v$ será disconexo. Un grafo no separable es conexo, no trivial (sus puntos están unidos por líneas) y no tiene puntos de corte. Un bloque de un grafo es un subgrafo máximo no separable.

En la figura adjunta y es un punto de corte, a diferencia de w ; x es un puente, pero no y ; asimismo se indican los bloques de G .

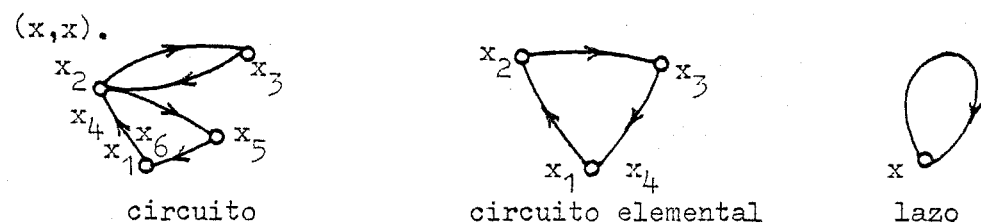


B) También podemos introducir conceptos similares para grafos dirigidos:

Un camino es una secuencia (u_1, u_2, \dots) de arcos de un grafo (X, U) tal que el vértice terminal de cada arco coincide con el vértice inicial del siguiente arco. Un camino es sencillo si no utiliza el mismo arco dos veces, y compuesto en los demás casos; y elemental si no pasa dos veces por el mismo vértice.



Un circuito es un camino finito $= (x_1, x_2, \dots, x_k)$ en que el vértice inicial x_1 coincide con el terminal x_k ; y un circuito será elemental cuando, aparte de la coincidencia de los vértices inicial y terminal, todos los vértices que lo constituyen son distintos. La longitud k de un camino $\mu = (u_1, u_2, \dots, u_k)$ es el número de arcos en la secuencia ($l(\mu) = k$); y un lazo (loop) es un circuito de longitud 1, que consiste en un solo arco,



Los conceptos de arco, camino, circuito y lazo permiten caracterizar algunos tipos importantes de grafos.

En primer lugar, un grafo (X, U) es simétrico si la pertenencia a U de (x, y) implica la de (y, x) . En tales casos dos vértices adyacentes siempre es tán conectados en los dos sentidos y, obviamente, éste es el caso de los gra fos clásicos (no dirigidos).

Un grafo (X, U) será:

- antisimétrico si la pertenencia a U de (x, y) implica la no pertenencia a U de (y, x) ; cada par de vértices adyacentes está conectado en una sola dirección;

- completo si la no pertenencia a U de (x, y) implica la pertenencia a U de (y, x) ; cada par de vértices está conectado al menos en uno de los dos sentidos;

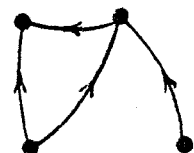
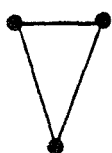
- fuertemente conexo si existe un camino que una cualquier par de vértices distintos arbitrariamente elegidos; un grafo fuertemente conexo es conexo, pero el recíproco no es necesariamente cierto;

- seudografo si contiene lazos;

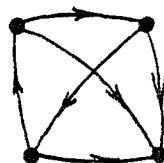
- multigrafo si algunos puntos adyacentes están unidos por más de una línea. (Como norma general, nunca utilizaremos los seudografos en este trabajo, y los multigrafos sólo ocasionalmente, para indicar diversos recorridos - grafos dirigidos - entre los espacios constituyentes de un lugar representado por grafos clásicos).



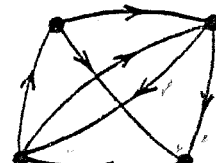
g. simétricos



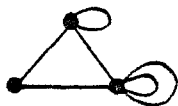
g. antisimétrico



g. completo



g. fte. conexo



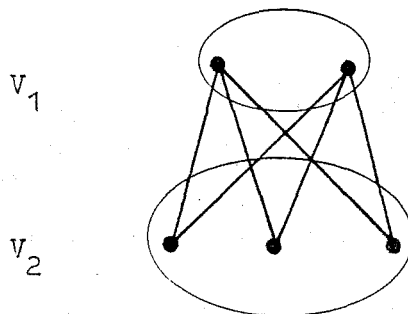
seudografo



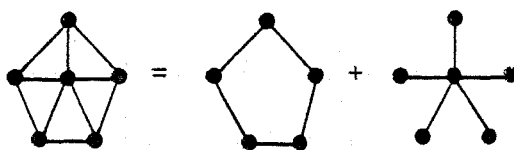
multigrafo

(Algunos autores no distinguen entre camino y cadena, ciclo y circui to, utilizando solamente los términos camino y ciclo; del texto se deduce entonces si tratan de grafos en sentido clásico o de grafos dirigidos).

Hasta aquí hemos considerado grafos cuyas líneas unían vértices de una misma colección, pero puede darse el caso de que ésta conste de dos sub conjuntos V_1 y V_2 tales que cada línea del grafo G una un punto de V_1 con uno de V_2 ; diremos entonces que G es un grafo bipartito (o bigrafo), y si contiene a todas las líneas que unen V_1 con V_2 será un bigrafo completo. Si V_1 y V_2 tienen m y n puntos, respectivamente, escribiremos $G = K_{m,n} = K(m,n)$.



Puede verse que una estrella de n puntas es un grafo bipartito completo, $K_{1,n}$. Y una rueda se definirá como la union de una estrella y un ci clo.



C.1) De todas las configuraciones graficas la mas famosa entre los arqui- tectos es el árbol, debido a C. Alexander quien dirigió sus críticas en 1965 contra la planificación funcionalista convencional porque la mayor parte de sus propuestas habían tomado como modelo esta estructura, simple y jerárqui ca, a diferencia de las que pueden hallarse en las ciudades tradicionales, más acordes con lo que se entiende por semiretículo, donde no hay direccio

nes privilegiadas y, por tanto, la interacción social puede seguir varios sentidos, proporcionándole de este modo la capacidad de elección al individuo, en lugar de determinarle de antemano cuáles van a ser los canales de su conducta. Parece evidente que la ciudad no debiera ser un árbol, algo difícil de aceptar por los apasionados adeptos a esta estructura cuyas ventajas se ofrecen siempre a quien toma las decisiones en el diseño, pero no a quien las padece. Pero, ¿qué es un árbol?

- Un árbol se define como un grafo finito, conexo, sin ciclos y con dos vértices como mínimo. Este concepto, formalizado por Cayley, puede introducirse de diversas maneras, asimiladas en el siguiente teorema:

Sea H un grafo de orden $|X| = n > 1$ - es decir, con más de un vértice -; cualquiera de las siguientes propiedades equivalentes caracteriza a un árbol:

- 1) H es conexo y no posee ningún ciclo.
- 2) H no contiene ciclos y tiene $n-1$ aristas.
- 3) H es conexo y tiene $n-1$ aristas.
- 4) H no contiene ciclos y, si se añade una arista que una dos vértices no adyacentes se forma entonces un ciclo y sólo uno.
- 5) H es conexo, pero pierde esta propiedad si se elimina una arista cualquiera.
- 6) Todo par de vértices está conectado por una cadena y sólo una.

Un método eficaz de reconocer un árbol es tener presente que, por ser conexo, no tiene vértices aislados, y que, además, contiene al menos dos vértices pendientes.

Quizás podamos entender mejor ahora la diatriba de Alexander. En la ciudad funcionalista el sector industrial, residencial o comercial son entidades separadas. Para el diseñador nada podía ser más fácil: colocando un vértice en la base, se le añaden tantas ramas como sectores se requieran, éstos a su vez se dividirán en sendas colecciones de subsectores, y así sucesi-

vamente; la operación puede describirse en breve con la frase "las pulgas tienen sobre sus espaldas pequeñas pulgas que tienen sobre sus espaldas pulgas más pequeñas, y así, ... hasta el infinito". Para el usuario, que no puede controlar la totalidad del esquema, su vida se desarrolla en una serie de sucesivos compartimentos estancos entre los que no hay conexión posible: se ve obligado a desarrollar el papel de residente, después el de productor, el de consumidor, etc. ; todas las funciones tienen su lugar específico, pero ¡ay de aquél que no se ajuste al orden preestablecido! Los constrñimientos de tal esquema se deben a que, a pesar de la existencia de conexiones, todas se desarrollan en la dirección de las ramas del árbol, puesto que en él no hay ciclos; si los hubiera podríamos elegir rutas alternativas, como sucede en los retículos.

C.2) Parientes cercanos de los árboles son las arborescencias.

Un grafo finito (X, U) es una arborescencia con raíz $x_1 \in X$ cuando

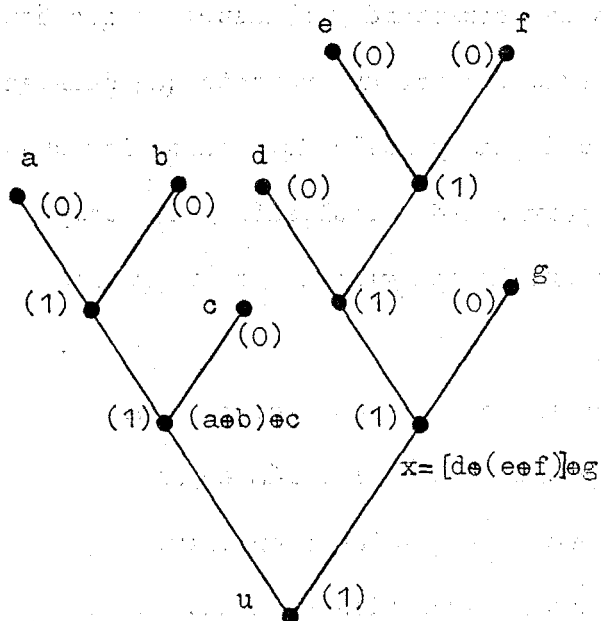
- cada vértice distinto de x_1 es el vértice terminal de un solo arco;
- x_1 no es vértice terminal de ningún arco;
- (X, U) no contiene circuitos.

Es fácil visualizar una arborescencia: es un árbol en el que cada arista tiene una sola orientación; además, hay un camino que va desde x_1 a todos los demás vértices, y el número de aristas es igual al número de vértices menos 1. Puede deducirse que el número de arborescencias bifurcantes distintas con n vértices pendientes es $\frac{1}{2n+1} \binom{2n+1}{1}$.

Pero el motivo principal por el que introducimos aquí las arborescencias es porque nos permiten discutir dos aplicaciones prácticas de hondas repercusiones en los métodos de enumeración y nomenclatura de las configuraciones sintácticas espaciales, que es la finalidad de una parte de este

trabajo.

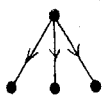
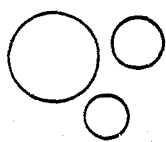
a) Consideraremos en primer lugar la teoría de los paréntesis de Lukasiewicz. Sea $A = (a, b, c, \dots)$ un conjunto, y \circ una operación definida sobre A , que es conmutativa, pero no asociativa. En Algebra un monoide es el resultado de cierto número de operaciones como la \circ ; por ejemplo,



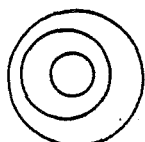
$$u = (a \circ b) \circ c \circ [d \circ (e \circ f)] \circ g.$$

Si la operación \circ no es conmutativa habremos de usar un grafo topológico, es decir, un grafo que sólo puede ser representado adecuadamente en un plano orientado. Lukasiewicz sugirió que el monoide u se puede representar mediante la secuencia $abcdefg$ seguida de la secuencia 111000 1101000, que se obtiene asignando un 0 a los vértices pendientes y un 1 a todos los demás, y leyendo entonces desde abajo (la raíz) hacia arriba, y de izquierda a derecha.

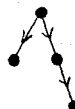
b) Imaginemos ahora que se dibujan $n-1$ anillos disjuntos sobre un plano. Todas las disposiciones posibles se pueden representar mediante arborescencias con n vértices y, para el caso $n = 4$, las cuatro configuraciones posibles serán:



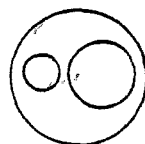
1000



1110



1010



1100

Concentrando la atención en las secuencias numéricas por un momento el primer número será siempre un 1, y el último un 0, por lo que la búsqueda de todas las configuraciones se reduce a la de las combinaciones de 0 y 1 en las cifras centrales: 00, 11, 01 y 10; y de manera similar se puede operar para el caso $n = 5$ y sucesivos. Pero más importante que este aspecto puramente mecánico es para nosotros el hecho de que las cualidades topológicas presentes en las figuras son las de proximidad y clausura, y que éstas se aplican global y localmente. Si olvidamos por un instante que cada anillo es, en sí, la inclusión o la clausura de una parcela del plano, las cuatro figuras ilustran las operaciones de proximidad e inclusión y las composiciones de ambas a nivel local y global: proximidad global y clausura local; clausura global y proximidad local.

Obviamente, las cosas no serán en general tan fáciles, pero el método de Lukasiewicz sugiere un procedimiento denotativo más amplio, utilizado en la Sección 2, y basado en la evidencia de que las operaciones topológicas elementales son sencillas, allí sus recurrencias se aplican a diferentes niveles de complejidad, al mismo tiempo que el grado de conectividad varía de los valores 0 o 1.