



APLICACIÓ A UNA CIUTAT REAL:  
TERRASSA

## 4.1 PRESENTACIO DEL PROBLEMA I OBJECTIUS

Aquest capítol es dedica a l'exposició del treball dut a terme consistent en l'aplicació a una ciutat real dels algorismes exposats fins ara: Terrassa. Ja no es tracta, doncs, dels jocs de prova i de l'anàlisi d'un millor o pitjor funcionament, sinó de l'objecte sobre el qual en darrer terme han d'actuar aquests algorismes: una ciutat real.

El fet de triar precisament la ciutat de Terrassa no obeeix a unes condicions especialment idònies, ni a què l'autor hi tingui cap predilecció especial. La raó caldria buscar-la en les gestions menades pels ciutadans, representats per llurs Associacions de Veïns amb la intenció de trobar una millora al transport públic; per diversos camins van entrar amb contacte amb l'autor d'aquestes ratlles, i així és com s'ha fet possible, d'un cantó, d'elaborar un seguit de propostes noves de disseny de la xarxa d'autobusos i d'altre cantó, de fornir la possibilitat inestimable a un doctorand d'aplicar la seva tesi a un cas real.

El mal funcionament de la xarxa, és conseqüència bàsicament de la precarietat de la flota d'autobusos; consta, actualment, de 18, per a atendre una població d'uns 150.000 habitants. Era obvi que, abans de modificar la xarxa, calia augmentar-ne la flota. No s'entra a discutir, ara, els possibles recursos econòmics i/o financers que necessitaria l'empresa explotadora per a realitzar l'augment, ja que els contactes només s'han mantingut amb els usuaris. Si, però, que semblava evident que no tenia sentit d'emprendre un estudi a partir de la flota actual, ja que la millora no hauria estat gens substancial.

Per això, es va admetre, d'antuvi, com a hipòtesi de treball que la flota era, d'entrada, superior. Es van prendre dues quantitats: 25 i 50 autobusos. La segona semblava una xifra més que suficient per a donar un servei acceptable, segons el parer dels representants dels veïns. La primera, era un terme mitjà entre la realitat i el sostre; podia oferir-se com a objectiu secundari, cas que el primer esdevingués inassolible i representava, "per se", un increment de quasi un 40% sobre la flota existent.

Els dissenys de les xarxes sempre s'han fet per al període punta del matí; és a dir, a partir de la demanda de transport per motiu de treball. Es tradicional de fer aquests estudis amb l'esmeñtat supòsit de partida. En aquest cas, però, s'hi ajuntava la voluntat dels representants dels veïns d'endegar-ho realment així.

Sempre a partir de 25 ò 50 autobusos s'han elaborat, doncs, 3 menes de propostes, que es desenrotllen als punts següents:

- la xarxa actual, amb una assignació òptima d'autobusos.
- generació de bell nou d'una altra xarxa, amb assignació d'autobusos a la xarxa obtinguda.
- modificació de la xarxa actual, a base d'una interacció entre l'home i la màquina, tot aplicant la 2ª opció de l'algorisme de generació.

El darrer paràgraf es destina a comparar tots els resultats obtinguts i a extreure'n conclusions fins allà on és possible.

## 4 2 DADES DE PARTIDA

La ciutat de Terrassa pertany a la comarca del Vallès Occidental, encara que la capitalitat l'ostenta Sabadell. Està a una distància mitjana de 8 Km de Sabadell i a 29 Km. de Barcelona, ciutats amb les quals es comunica al moment present per autopista, per bé que quan es féu aquest treball aquesta s'estava construint.

Compta amb dues línies de tren, els "Ferrocarriles de Cataluña, S.A." i la RENFE, amb sengles estacions a la ciutat. El traçat dels primers incideix lleument en l'estructura viària; per contra, la RENFE crea una corona de ferro a tota la zona Nord, que obstaculitza greument la circulació rodada amb inclusió, és clar, dels autobusos; l'esmentada corona només es trenca en alguns passos a nivell, que resulten insuficients per a una connexió entre els diversos barris de Terrassa.

A efectes de mobilitat, cal assenyalar que és una ciutat lleugerament excedentària en mà d'obra. Per tant, els fluxos de viatgers per motiu treball, són més forts de dintre a fora que no pas a l'inrevés.

Els següents paràgrafs es destinen a descriure les dades de partida amb què es comptava, fornides per les Associacions de Veïns, i la transformació que se n'ha fet fins a fer-les entenedores als models. Hom no s'entreté massa en aquest punt, car no constitueix el nucli del problema a tractar, sinó tan sols un aspecte més aviat marginal.

### 4.2.1. ZONIFICACIO

S'ha considerat la ciutat dividida en 37 zones, de cada una de les quals es coneixia, ultra la seva delimitació geogràfica, el nombre total d'habitants i el d'empleus, relatius al 1.974.

Es molt important que la zonificació es faci segons criteris de mobilitat, tals com els definits al punt 2.3.1.4. en parlar del joc de prova xarxa-44; al trament, hom s'arrisca a menystenir efectes relevants en els accessos dels usuaris a la parada, i a no reflectir adequadament els veritables hàbits de transport.

Nogensmenys, la zonificació ja havia estat feta prèviament, i calia adaptar-s'hi. Els criteris que varen seguir-se responien més aviat a consideracions socio-econòmiques que no pas de mobilitat, encara que respectant les singularitats de la geografia urbana, punt aquest molt d'agrair.

La zonificació utilitzada, doncs, pot observar-se a qualsevol dels plànols que apareixen al capítol present.

#### 4.2.2. MATRIUS DE COSTOS

Els algorismes de generació i d'assignació requereixen, com ja és sabut, les matrius de costos de camins mínims en autobús i la de costos pel mode alternatiu, en aquest cas la marxa a peu.

A més, però, calia fer una estimació de la demanda de transport que, com es veurà al paràgraf següent, 4.2.3., es va obtenir amb un model de distribució. Aquest model, requeria els costos en automòbil privat i en tren; a més, calia considerar un àmbit més extens que la sola ciutat de Terrassa, ja que els desplaçaments a l'exterior del municipi vénen a representar un 10% del total segons es dedueix de la mostra extreta del cens darrer (1.970). L'àrea d'aquest model, doncs, es va estendre a 59 zones: les esmentades 37 de Terrassa, més 22 exteriors que comprenien tots els municipis propers individualitzats (Matadepera, Castellar del Vallès, Sabadell, St. Quirze del Vallès, Rubí, Castellbisbal, Ustrell, Vacarisses) i d'altres més llunyans, però també amb un cert "commuting" amb Terrassa (Barcelona (3 zones), L'Hospitalet, Badalona Martorell, Granollers,...).

Per a determinar el cost en els quatre modes vistos doncs:

- a peu
- en autobús
- en tren
- en automòbil privat,

i extès a les 59 zones, es van confeccionar 3 grafs, un per a cadamode, llevat del de marxa a peu i cotxe que coincideixen, amb els elements habituals dels grafs de transport: nusos, centroides, arcs o arestes i radis.

Les característiques de la infraestructura viària, tals com longitud, amplada, velocitat en cotxe i en autobús, necessàries per a la determinació dels camins mínims, van ser fornides també per les Associacions de Veïns.

A partir d'aquests grafs, i aplicant l'algorisme de Ford per a la recerca de camins mínims, es van generar les 4 matrius de costos emprades per l'algorisme de distribució.

Després, i aprofitant els mateixos grafs de cotxe i d'autobús, es van calcular les dues matrius 37 x 37, citades al començament d'aquest punt, i requerides per als dos algorismes.

#### 4.2.3. MATRIU DE DEMANDA

Com ja s'ha indicat, la matriu de distribució es va estimar a través d'un model gravitatori, dels quals s'ha parlat a 1.2.3. S'ha parlat, també de com s'havien obtingut els costos modals interzonals.

La calibració va ser difícil d'acurar, car no es disposava d'una matriu sencera de viatges observats, sinó només d'una enquesta feta al barri de La Maurina (zona 25). Es a dir, de la matriu de viatges observats se'n coneixia una fila. Malgrat tot, després d'un seguit de provatures, es va arribar a una distribució satisfactòria. Va caldre, però, d'afegir l'anomenat cost de cordó, estimat en 15 minuts, que afectava tots aquells viatges que transgredien el límit de terme; altrament, no hauria estat possible de calibrar ensems els

viatges externs i interns de Terrassa. Finalment, el cost mitjà multimodal fornit pel model de distribució fou de 12 minuts. Més endavant es veurà que el cost de partida, fornit per la xarxa existent és de 15,33 minuts; ambdós valors no estan en contradicció, ja que el primer és un cost multimodal que inclou el cost en cotxe, naturalment més baix, en mitjana, que els altres; el segon, en canvi, indica només el cost mitjà dels viatgers reals o potencials en autobús, i per tant, no en cotxe, tal com s'ha definit a la hipòtesi H 20. La matriu de distribució, però, no és la matriu de demanda d'autobús, car aquella té en compte els desplaçaments per motiu de treball en tots els modes, mentre que la segona es limita als usuaris potencials d'autobús dintre de Terrassa. A més, la distribució era una matriu 59 x 59, mentre que la de demanda havia de ser 37 x 37.

El pas de l'una a l'altra es va fer mitjançant dues transformacions:

a) com que es coneixia el nivell de renda i la proporció de posseïdors de vehicle privat a cada zona, va extreure-se'n la demanda potencial d'autobús que es prenia com una funció de l'índex de no-possessió. La hipòtesi sotsjacent era que només un percentatge baix dels posseïdors seria un client potencial dels transport col·lectiu, i, per descomptat, tots els no posseïdors.

b) els desplaçaments amb origen o destí a l'exterior de Terrassa, se suposava que presentaven una ruptura de càrrega en alguna de les estacions de tren o parades d'autobús comarcal. Aleshores, a efectes de transport urbà, el veritable origen o destí exterior se substituïa pel punt on tenia lloc el canvi de mode.

Així, un viatger que viu a la zona 34 i treballa a Cerdanyola, lògicament prendrà la RENFE per a traslladar-s'hi. Com que l'estació de la RENFE és a la zona 10, els desplaçaments

zona 34      →      Cerdanyola

calibrats al model de distribució, a la matriu de demanda es transformen en

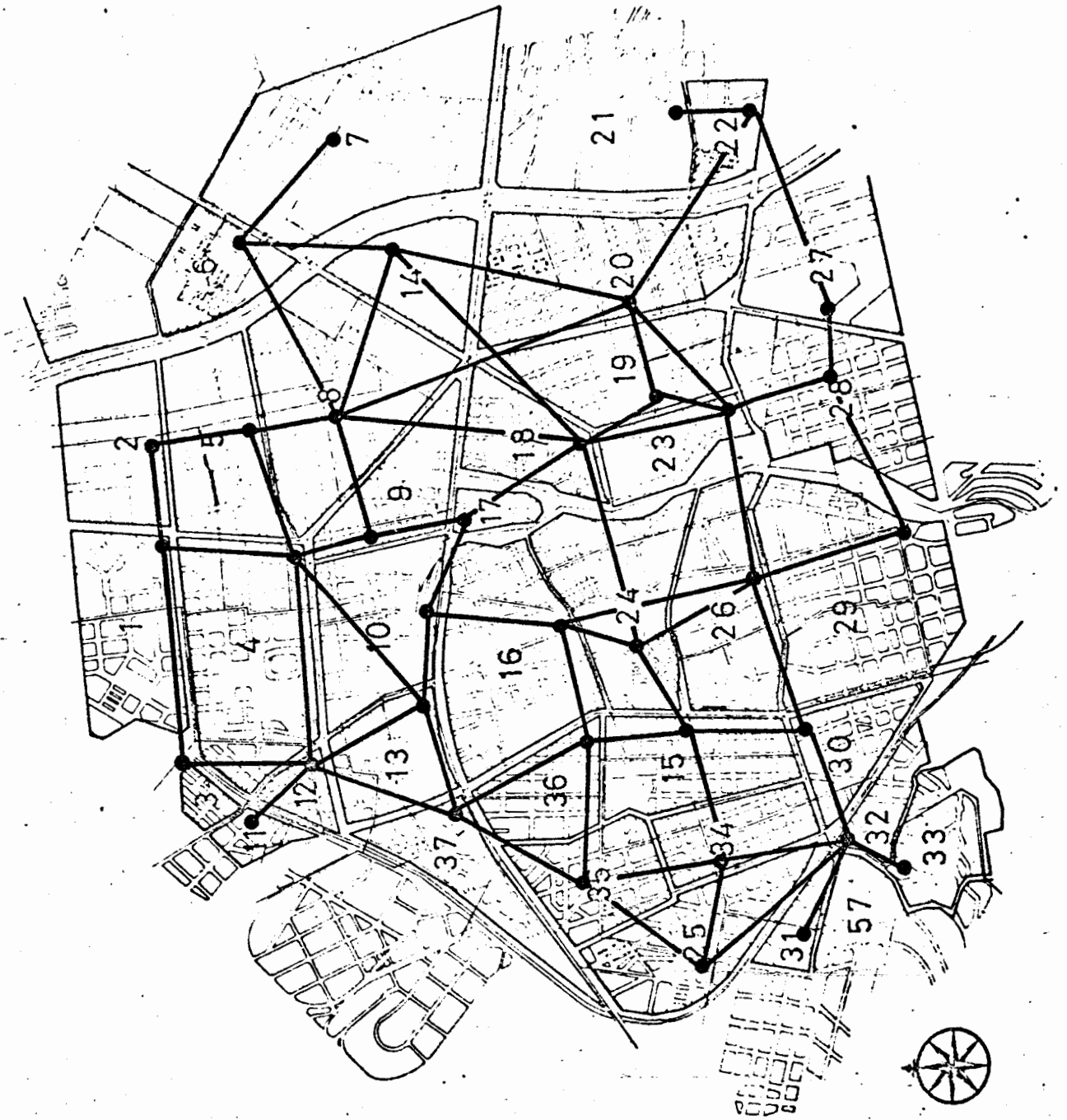
zona 34      →      zona 10

Així s'ha obtingut la demanda. A part de ser molt farragós, no sembla tenir massa interès la seva inserció en aquest treball. Si, però, que s'hi ha inclòs la suma per files i per columnes; és a dir, el nombre efectiu d'origens i de destins considerats, els quals representen un total de 48058. A més, s'hi inclou el nombre de viatges interns, és a dir, aquells que comencen i acaben dintre de la mateixa zona. Tenen importància, perquè els models de transport no els consideren com a demanda real, sinó que se suposa que sempre van a peu. Sumen, en total, 6897, és a dir, un 14,4 % del total.

Origen, destins i viatges interns considerats en els models.

ZONA	ORIGEN	DESTI	VIATGES INTERNS
1	268	5	1
2	32	4	0
3	507	36	3
4	1250	251	27
5	1336	577	55
6	2923	149	40
7	1318	173	58
8	3909	2692	547
9	907	901	27
10	3382	4495	699
11	585	210	14
12	562	146	11
13	917	1189	105
14	359	595	20
15	2392	3686	294
16	1584	4892	155
17	225	278	4
18	1020	1242	42
19	811	1464	80
20	5832	983	591
21	0	2	0
22	808	29	5
23	329	1441	30
24	1615	3888	399
25	3303	514	298
26	1618	4023	464
27	3	169	0
28	3344	4983	2213
29	1432	3909	391
30	602	445	17
31	249	178	8
32	402	285	16
33	0	0	0
34	1123	1105	109
35	1046	1237	78
36	520	1819	80
37	1545	63	16
TOTALS	48058	48058	6897

FIG. 4.2.1.



Localització dels nusos.

FIG. 4.2.2.



ESTAT INICIAL DE LA XARXA  
 \*\*\*\*\*

LINIA * 14																			
DEM.	1505	ORD.	1	2	3	341	4	5	6	7	8	9	10						
SUSOS	5	CAR.	229	323	341	293	392	423	784	899	936	6							
INI.	11.03	NUS	15	36	37	12	10	16	24	18	14	14	6						
LONG.	6.89																		
LINIA * 24																			
DEM.	2223	ORD.	1	2	3	1342	4	1541	5	6	7	1240	8	9					
SUSOS	4	CAR.	700	916	16	10	17	13	19	20	14	225							
INI.	8.25	NUS	15	36	16	10	17	13	19	20	14								
LONG.	4.12																		
LINIA * 34																			
DEM.	470	ORD.	1	2	3	314	4	299	5	101	6	7	0	8					
SUSOS	2	CAR.	284	325	26	23	28	27	22	21									
INI.	12.45	NUS	15	30	26	23	28	27	22	21									
LONG.	3.12																		
LINIA * 44																			
DEM.	142	ORD.	1	2	3	133	4	55											
SUSOS	1	CAR.	55	139	37	12	11												
INI.	15.55	NUS	15	36	37	12	11												
LONG.	2.00																		
LINIA * 54																			
DEM.	139	ORD.	1	2	3	39	4	5	6	7	8	9	10	11					
SUSOS	1	CAR.	47	52	37	12	10	17	18	23	26	30	15						
INI.	42.12	NUS	15	36	37	12	10	17	18	23	26	30	15						
LONG.	5.27																		
LINIA * 64																			
DEM.	223	ORD.	1	2	3	154	4	158	5	6									
SUSOS	1	CAR.	154	219	37	12	4	20	1										
INI.	21.22	NUS	15	36	37	12	4	20	1										
LONG.	2.67																		
LINIA * 74																			
DEM.	47	ORD.	1	2	3	4	5	6	7	8									
SUSOS	1	CAR.	6	3	5	10	28	23	10	15									
INI.	24.55	NUS	15	30	32	34	25	35	36	15									
LONG.	3.12																		
LINIA * 84																			
DEM.	540	ORD.	1	2	3	237	4	241	5	176	6								
SUSOS	2	CAR.	254	291	26	23	28	29											
INI.	12.66	NUS	15	30	26	23	28	29											
LONG.	3.17																		

Estat actual de la xarxa.

FIG. 4.2.3



LINII 4 58

DEY. 249 ORD. 1  
SUSJS 1 CAR.  
INT. 28.66 NLS 15  
LOVS. 1:58  
245 2 290 3 230 4 259 5 252 6 251 7 09 8 5 1 2  
36 37 12 13

FIG. 4.2.3 cont.

#### 4.2.4. GRAF SIMPLIFICAT, EMPRAT PELS ALGORISMES.

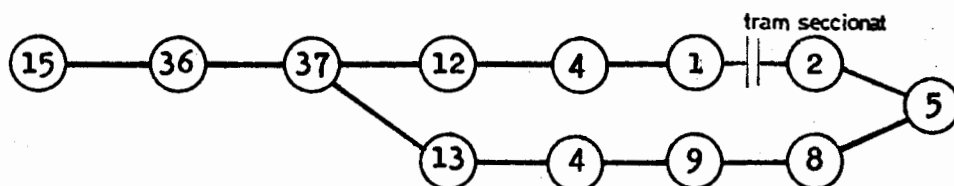
Al plànol de la figura 4.2.2. hi ha dibuixat el graf simplificat, necessari per als algorismes, tal com s'ha definit a les hipòtesis del capítol 2. Recordi's que és damunt d'ell que es considera que té lloc el moviment dels autobusos. No coincideix, per tant, amb els grafs emprats per al càlcul de costos en el model de distribució, dels quals s'ha parlat a 4.2.2.; és un simple esquema per a indicar la ubicació aproximada dels nusos i l'enllaç dels nusos entre si.

#### 4.2.5. XARXA ACTUAL

Com a darrera dada es descriu la xarxa actual de Terrassa. S'ha enumerat a la figura 4.2.3. i dibuixat a la figura 4.2.5., esquemàticament. No hi consta el traçat carrer per carrer, sinó que es dona com a enfilall de nusos, ja que aquesta és la definició que se n'ha fet al començament i la manera com els algorismes la tracten. Per tant, ha calgut una transformació des del simple itinerari fins a la llista de nusos. La transformació era delicada, i s'ha fet amb l'assessorament d'un bon coneixedor de la vila.

De fet, la xarxa consta de 8 línies, encara que al model n'hi inclogui 9. La raó és que la línia 6 real té un traçat en bucle (vegi's la figura 4.2.4.) que no pot ser recollit en l'algorisme; aquest, només accepta línies dretes i circulars però no en bucle.

Com a conseqüència, la línia s'ha partit en dues, la 6 i la 9, pel segment



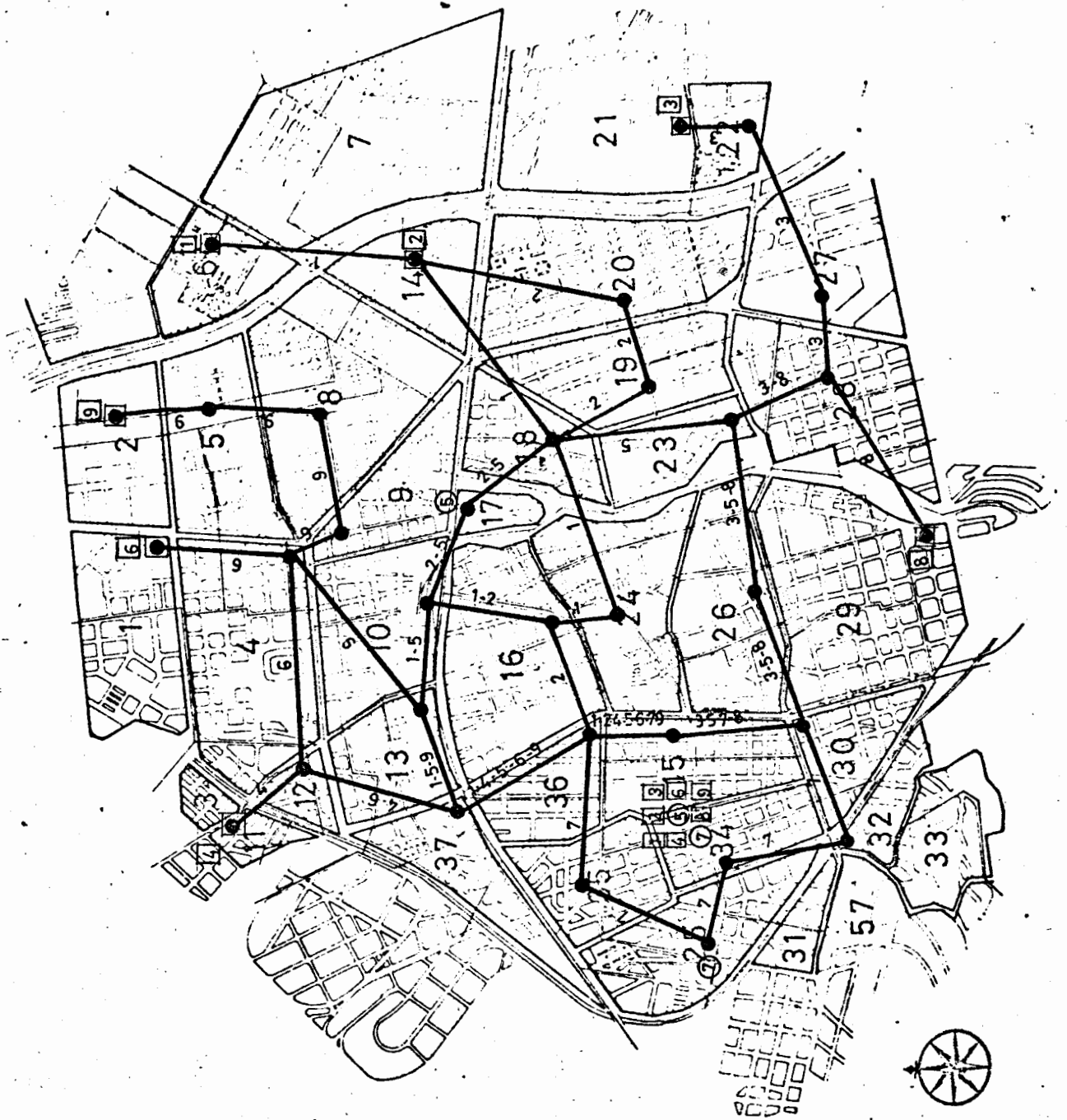
Línia 6 real

FIG. 4.2.4.

indicat a la figura 4.2.4., que és aquell que presumiblement suporta la càrrega mínima.

Observi's que totes les línies comencen a la zona 15, a la qual correspon l'estació dels FFCC de Catalunya. A més, hi ha dues línies circulars, la 5 i la 7, que formen un vuit entre les dues. La figura 4.2.3. inclou, a més, la demanda de cada línia i la càrrega per tram segons el nombre d'autobusos assignats el moment present. Totes les quantitats que hi figuren no han estat obtingudes per observació, sinó que les ha calculades l'algorisme a partir de les dades d'entrada.

La longitud de la línia, que en el llistat està expressada en quilòmetres s'ha estimat partint del temps de recorregut de cada línia, suposant una velocitat mitjana de 15 Km/h ò de 250 m/min. S'ha optat per expressar-ho en longitud més que no pas en temps, perquè aquella magnitud és més entenedora. Noti's, però, que mentre el temps de recorregut es considera total, és a dir, en ambdós sentits, la longitud és d'un tèrminus a l'altre.



- 3 final o tèrminus de línia
- 7 pas de línia circular.

Xarxa actual (X0 i Y0)

FIG. 4.2.5.

La fórmula de conversió, és doncs:

$$L < \text{Km} > = \frac{1}{2} vT = \frac{1}{2} 0,25 \left\langle \frac{\text{Km}}{\text{min.}} \right\rangle T < \text{min} > = 0,125 T < \text{min} > \quad (4.2.1.)$$

#### 4.2.6. PARAMETRES

La figura 4.2.6. mostra el valor assignat als paràmetres durant tota l'aplicació.

Segons l'algorisme, la demanda absorbida per la xarxa, amb l'assignació de busos actual és de 6212 viatgers, mentre el cost mitjà és de 15,33054 min. Ambdós valors són molt desfavorables, tal com hom tindrà ocasió de comprovar a les propostes ulteriors.

La taula emcapçalada per "Relació de les unions entre parells de nusos" classifica els fluxos pel nombre de línies que els uneixen. La columna de la dreta amb el títol "Total", indica la demanda que inclou cada tipus de flux; les dues anteriors desglossen aquest total en la porció no absorbida i sí absorbida per la xarxa. En la categoria de fluxos units per cap línia, que componen un total de 28514 viatgers potencials, hi ha inclosos els 6897 viatges in terns vistos a 4.2.3.



RELACIÓ DE LES UNIONS ENTRE PARELLS DE BUSOS  
\*\*\*\*\*

NO. LINES	NO. PARELLS DE USOS	DEMANDES		TOTAL
		NO ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	523	28514	0	28514
1	135	9255	3732	12987
2	23	2503	1284	3787
3	13	626	1033	1659
4	1	104	14	118
5	2	106	156	262
6	0	0	0	0
7	1	127	21	148
8	0	0	0	0
TOTALS	733	41518	6212	47731

PARAMETRES DEL PROCES  
\*\*\*\*\*

NOMBRE DE ZONES	37
NOMBRE DE LINES	9
NOMBRE DE BUSOS	18
LONGITUD DE XARXA	33.945 KM.
VELOCITAT DE BUS	250.000 V.MIN.
PERALTIACIÓ ESPERA	1. MIN.
EQUIVALENT DE LA TAXIFA	3. MIN.
SENSIBILITAT A LA DIF. DE COSTOS	2.000
DIFERENCIA AMB EL COST MIN.	0.50 MIN.
PCBLACIÓ ACTIVA TOTAL	47732
PCBLACIÓ POTENCIAL ABSORBIBLE	14849
PCBLACIÓ ABSORBIDA PER LA XARXA	6212
COST INICIAL	15.33054 MIN.
COST MINIM	13.91974 MIN.
PERIODICITAT DE LES DESCRIPCIONS	25 CANVIS

Paràmetres.

FIG. 4.2.6

### 4.3 ASSIGNACIO DE BUSOS A LA XARXA ACTUAL

La primera proposta és la que causa un daltabaix més lleu en la xarxa actual, ja que només pretén d'assignar-hi els autobusos, però sense canviar l'itinerari de cap línia.

Com tot al llarg del capítol, es fan dues proves, per a 25 i 50 busos respectivament.

A tall complementari, es dona la capacitat màxima que haurien de tenir els autobusos que serveixen una línia donada en funció de la càrrega al tram més ocupat. Aquest darrer valor pot extreure's dels llistats adjunts. Així, sigui:

$D$  : la càrrega al tram més ocupat, en ambdós sentits.

$\varepsilon$  : índex de dissimetria, o proporció que circula en el sentit més carregat. Es pren  $\varepsilon = 0,8$

$u$  : interval

$b$  : capacitat total d'un bus

Aleshores, la demanda màxima en un sentit durant el període considerat és:

$$\varepsilon \cdot D = 0,8 \cdot D$$

I l'oferta, considerant que el període va de 6 h. a 9 h. del matí serà:

$$b \cdot \frac{180}{u}$$

S'haurà de complir que l'oferta iguala o excedeix la demanda.

$$0,8 \cdot D \leq b \cdot \frac{180}{u} \quad (4.3.1.)$$

D'on

$$b \geq \frac{D \cdot u}{225} \quad (4.3.2.)$$

#### 4.3.1. XARXA AMB 25 BUSOS (YOA)

Després d'una reassignació (RSHLU) i 5 canvis, en total 6 canvis, la xarxa queda reduïda a les línies 1, 2, 5, 8 i 9, totes elles amb 4, 5 ò 6 busos. Les altres línies han desaparegut, car l'algorisme els ha assignat 0 busos. S'acompleix una vegada més el fenomen de la freqüència crítica, comentat amb detall al punt 3.3.6.

La figura 4.3.1. és el llistat obtingut, on s'inclou, ultra el nombre de busos assignats a cada línia, la demanda total, l'interval, la longitud de la línia, la càrrega per tram i, com és evident, els nusos que la defineixen.



ESTAT DE LA XARXA DESPRES DEL CANVI 6  
 \*\*\*\*\*

LINIA * 1*																					
DEM.	1590	ORD.	1	2	351	3	366	4	357	5	455	6	500	7	864	8	978	9	1018	10	
BUSOS	6	CAR.	239	2	351	3	366	4	357	5	455	6	500	7	864	8	978	9	1018	10	
INT.	9.19	NUS	15	36	37	13	13	10	16	24	24	18	14	14	18	14	14	14	14	6	
LONG.	6.89																				
LINIA * 2*																					
DEM.	2518	ORD.	1	2	1098	3	1547	4	1585	5	1574	6	1458	7	1310	8	244	9			
BUSOS	6	CAR.	737	1098	3	1547	4	1585	5	1574	6	1458	7	1310	8	244	9				
INT.	5.50	NUS	15	36	16	10	10	17	18	19	20	20	14								
LONG.	4.12																				
LINIA * 5*																					
DEM.	951	ORD.	1	2	337	3	205	4	175	5	209	6	210	7	161	8	165	9	457	10	11
BUSOS	4	CAR.	381	337	205	4	175	5	209	6	210	7	161	8	165	9	457	10	514	11	
INT.	10.54	NUS	15	36	37	13	13	10	17	18	23	26	30	15							
LONG.	5.27																				
LINIA * 8*																					
DEM.	1369	ORD.	1	2	668	3	610	4	606	5	528	6									
BUSOS	4	CAR.	584	668	610	4	606	5	528	6											
INT.	6.33	NUS	15	30	26	23	28	28	29												
LONG.	3.17																				
LINIA * 9*																					
DEM.	1701	ORD.	1	2	1150	3	1193	4	1332	5	1155	6	1069	7	283	8	5	5	2		
BUSOS	5	CAR.	779	1150	1193	4	1332	5	1155	6	1069	7	283	8	5	5	2				
INT.	5.73	NUS	15	36	37	13	13	4	9	9	8	5	2								
LONG.	3.58																				

Assignació de 25 autobusos a la xarxa actual. (YOA).

FIG. 4.3.1



Cal observar que la línia 1 està més carregada com més s'acosta a l'extrem 6. Més endavant, en analitzar les xarxes modificades i generades es veurà que la zona Est de Terrassa està molt mal servida i, com a conseqüència, les xarxes que se n'obtidran li donaran una prioritat molt més alta.

L'interval màxim és de 10,54 minuts, per a la línia 5. Més enllà d'aquests valors, per una ciutat de les dimensions de Terrassa, una línia sol ser antieconòmica, tot i que més endavant hom en trobarà alguna excepció.

La capacitat mínima dels autobusos de cada línia, és a la taula 4.3.2.

#### XARXA YOA

LÍNIA	TRAM MES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL (min.)	CAPACITAT MÍNIMA BUS (places)
1	14 — 16	1018	9,19	42
2	10 — 17	1585	5,50	39
5	30 — 15	514	10,54	24
8	30 — 26	668	6,33	19
9	13 — 4	1332	5,73	34

FIG. 4.3.2.

La següent taula, 4.3.3., dona dos tipus d'informació: en primer lloc, classifica els fluxos o parells de nusos segons el nombre de línies que els serveixen, i forneix la demanda absorbida total, en aquest cas de 8418. L'altra informació és els canvis de nombre de busos per a cada línia. L'assignació inicial, que fa de referència, s'ha obtingut considerant idèntic l'interval, i repartint els busos proporcionalment.

El cost mitjà aconseguit és de 14,92334 minuts.

#### 4.3.2. XARXA AMB 50 AUTOBUSOS (XOA)

S'ha assolit l'òptim amb 3 RSHLU i 2 canvis. El plantejament és idèntic al cas d'abans, només que amb 50 autobusos a assignar. Ara, però, tan sols ha desaparegut la línia 6; totes les altres tenen de 2 a 10 busos, amb un interval màxim de 8,33 min. a la línia 3, i mínim de 3,30 a la línia 2.

La línia 1, vegi's la figura 4.3.4, segueix tenint una càrrega exageradament alta cap al final. A part d'aquesta, no s'observa cap altra anomalia a remarcar.

La taula 4.3.5. mostra unes capacitats mínimes dels autobusos sensiblement inferiors a les de 25 busos

D'altre cantó, la demanda absorbida total és de 11712 (vegi's la figura 4.3.6.). El cost mitjà és de 14,55201 min. La conclusió a què s'arriba comparant aquests valors amb els de YOA és que les millores obtingudes són molt febles; per tant, fornir 50 autobusos a una xarxa com l'actual i amb les actuals condicions de demanda, és un malversament d'autobusos. En altres termes, pot ser justificat d'augmentar la flota actual fins a 25 autobusos, però en cap cas ho serà fins a 50 si no s'emprèn, ensems, una restructuració

RELACIO DE LES UNICNS ENTRE PARELLS DE NUSOS  
\*\*\*\*\*

NO. LINES	NO. PARELLS DE NUSOS	DEMANDES		TOTAL
		NO. ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	523	28514	0	28514
1	135	7757	5231	12988
2	28	2322	1545	3867
3	13	440	1389	1829
4	1	170	18	188
5	2	56	206	262
6	7	0	0	0
7	1	122	26	148
8	0	0	0	0
TOTALS	793	39313	8418	47731

COMPARACIO D'ASSIGNACIONS  
\*\*\*\*\*

LÍNIA	BUSOS		SALDO
	INICIALS	FINALS	
1	5	6	1
2	3	6	3
3	2	0	-2
4	2	0	-2
5	4	4	0
6	2	0	-2
7	2	0	-2
8	2	4	2
9	3	5	2

Assignació de 25 autobusos a la xarxa actual.

FIG.4.3.3



ESTAT DE LA XARXA DESPRES DEL CANVI 5  
 \*\*\*\*\*

LINIA * 1*																		
DEM.	1585	ORD.	1	2	404	3	4	526	5	801	6	645	7	985	8	1117	9	10
BUSOS	10	CAR.	281	36	37	13	10	16	24	18	14	18	14	18	14	14	6	
INT.	5.21	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	6
LONG.	6.89																	
LINIA * 2*																		
DEM.	2505	ORD.	1	2	1085	3	4	1771	5	1575	6	1524	7	1385	8	240	9	
BUSOS	10	CAR.	795	36	16	10	17	18	19	20	20	14	20	14	20	14		
INT.	3.30	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14
LONG.	4.12																	
LINIA * 3*																		
DEM.	452	ORD.	1	2	287	3	4	255	5	101	6	99	7	0	8			
BUSOS	3	CAR.	248	30	26	23	28	27	22	21								
INT.	8.33	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	21
LONG.	3.12																	
LINIA * 4*																		
DEM.	241	ORD.	1	2	223	3	4	195	5	110								
BUSOS	2	CAR.	141	36	37	12	11											
INT.	8.00	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	11
LONG.	2.00																	
LINIA * 5*																		
DEM.	1214	ORD.	1	2	395	3	4	230	5	307	6	302	7	294	8	255	9	551
BUSOS	7	CAR.	443	36	37	13	10	17	18	23	26	30	15					
INT.	6.02	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
LONG.	5.27																	
LINIA * 7*																		
DEM.	631	ORD.	1	2	90	3	4	81	5	374	6	306	7	210	8			
BUSOS	6	CAR.	105	30	32	34	25	35	36	15								
INT.	4.16	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
LONG.	2.12																	
LINIA * 8*																		
DEM.	521	ORD.	1	2	463	3	4	399	5	341	6							
BUSOS	5	CAR.	400	30	26	23	28	28	29									
INT.	5.06	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
LONG.	3.17																	
LINIA * 9*																		
DEM.	1752	ORD.	1	2	1125	3	4	1188	5	1188	6	1125	7	305	8	305	9	6
BUSOS	7	CAR.	758	36	37	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
INT.	4.05	NUS	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Assignació de 50 autobusos a la xarxa actual. (XOA).

FIG. 4.3.4

de la xarxa. Els paràgrafs següents confirmaran amb escreix aquesta afirmació.

XARXA XOA

LINIA	TRAMMES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL (min.)	CAPACITAT MINI MA BUS(places)
1	14 — 6	1117	5,51	28
2	10 — 17	1591	3,30	24
3	30 — 26	287	8,33	11
4	36 — 37	223	8,00	8
5	30 — 25	606	6,02	17
7	25 — 35	374	4,16	7
8	30 — 26	463	5,06	11
9	13 — 4	1346	4,09	25

FIG. 4.3.5.

RELACIÓ DE LES UNICONS ENTRE PARELLS DE BUSCS

NG. LÍNIES	NO. PARELLS DE BUSOS	DEMANDES		TOTAL
		NO. ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	523	28514	0	28514
1	135	5283	7705	12568
2	28	1665	2202	3867
3	13	317	1512	1825
4	1	35	33	119
5	2	39	223	262
6	0	0	0	0
7	1	114	34	149
8	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>	<b>733</b>	<b>36619</b>	<b>11712</b>	<b>47731</b>

COMPARACIÓ D'ASSIGNACIONS

LÍNIA	BUSOS INICIALS	BUSOS FINALS	SALDO
1	10	10	0
2	6	10	4
3	5	3	-2
4	3	2	-1
5	8	7	-1
6	4	0	-4
7	4	6	2
8	5	5	0
9	5	7	2

Assignació de 50 autobusos a la xarxa actual. (XOA).

FIG. 4.3.6

#### 4.4 GENERACIO D'UNA XARXA NOVA

Aquest punt emprèn la recerca per un camí completament diferent de l'anterior. Ignorant del tot la xarxa actual, s'ha intentat de dissenyar-ne una de completament nova, tot valent-se de la primera opció de l'algorisme de generació, exposada al punt 2.2.4. En analitzar, però, els resultats, al punt 2.3.5. s'ha vist la influència del paràmetre LINUS, ja que segons quin era el valor inicial que se li atorgava, la xarxa generada n'era una o n'era una altra, per bé que les diferències no fossin gaire escandaloses.

Com que cada execució no era massa cara en temps de CPU ( uns 4 ÷ 5 minuts en un IBM 370/145), s'han fet diverses proves, el resultat de les quals s'exposa en sengles taules, per a 25 i 50 busos. Finalment, s'analitza la millor en cada cas.

Hom és conscient que com a proposta no té massa valor, vista la dificultat pràctica d'implantació. S'han fet les proves, malgrat tot, per dues raons: com a exercici acadèmic en primer lloc, i per tal de tenir punts de referència per a les altres proves exposades a 4.3. i a 4.5.

Com que es partia d'una ciutat verge, el cost inicial coincideix en tots dos casos. El cost mínim o cota inferior també, ja que no és funció del nombre de busos. Aquesta fita mínima cal entendre-la com el cost mitjà de transport, amb una xarxa tal que tots els viatges es fessin pel camí mínim i amb un temps d'espera nul.

Llurs valors són:

cost inicial (màxim) \_\_\_\_\_ 15,65515 min.

cota inferior \_\_\_\_\_ 7,99869 min.

Una vegada més pot fer-se la comparació entre el cost inicial i el cost mitjà obtingut en la calibració del model de distribució, que era de 12 min. La diferència té la seva raó de ser en què allò era un cost multimodal, que, com el seu nom indica, considerava tots els modes, mentre que aquest és el cost pel mode alternatiu, o sigui, a peu.

##### 4.4.1. XARXA AMB 25 BUSOS ( XARXES H )

Amb el valor fix de 25 autobusos, s'han generat 5 xarxes fent variar LINUS entre 3 i 7. Els valors de les variables rellevants són a la taula de la figura 4.4.1.

La xarxa H 6 és la que té un cost més baix (12,76654 min) i la segona en demanda absorbida (18498). Comparin-se aquests valors amb els d'YOA, per exemple, i vegi's la notable millora obtinguda. L'esmentada xarxa consta de 4 línies, les 2 primeres de les quals, vegi's el plànol de la figura 4.4.2. tenen els mateixos tèrminus. Les línies 1 i 2, doncs, envolten la ciutat, per les bandes Sud i Nord respectivament. La línia 3, començant també a la zona 7, acaba al

mig. Els salts que fa la línia 4, des de la zona 17 a la 20, i des d'aquesta fins a la 28, on mor, cal entendre'ls com que no s'atura a cap zona intermèdia, pot prendre's, doncs, com una línia semi-directa.

## XARXES H

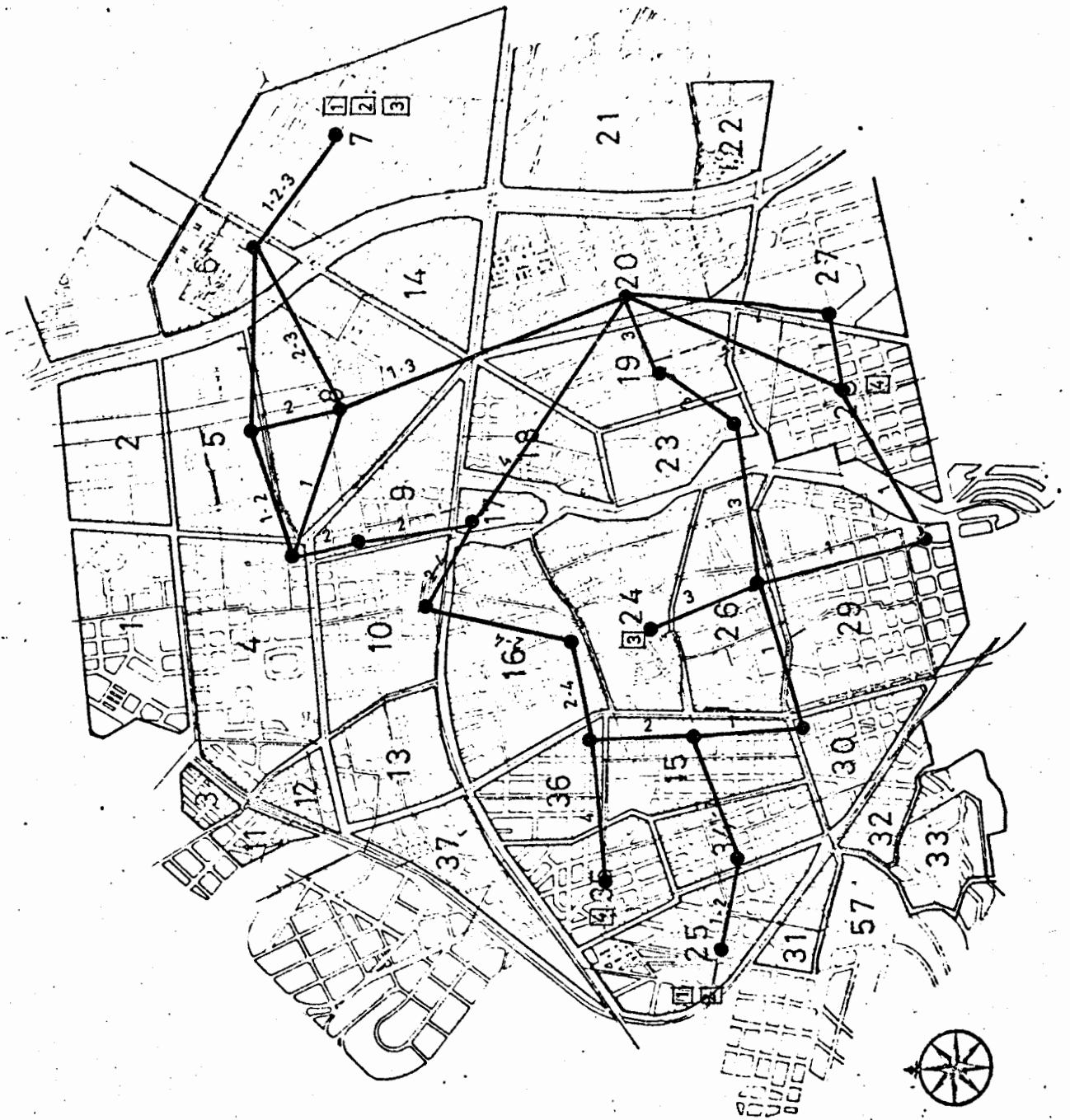
XARXA LINUS	COST MITJA	DEMANDA ABSORBIDA	Nº LINIES	LONG. XARXA (km.)	NUSOS INSERTITS	INDEX REDUND.	Nº ITERACIONS
H 3	13,11903	16926	10	35,152	78	0,428	9
H 4	13,00459	18960	7	29,155	65	0,446	10
H 5	12,91978	16443	5	22,824	49	0,329	8
→ H 6	12,76654	18498	4	20,617	42	0,327	9
H 7	12,95371	18138	3	16,785	35	0,284	7

Xarxes generades amb 25 nusos.

FIG. 4.4.1.

S'ha executat l'algorisme d'assignació per a la xarxa H 6. Els llistats són a les figures 4.4.3 i 4.4.5. El cost mitjà baixa lleugerament, fins a situar-se a 12,681136 min. i la demanda augmenta, també lleugerament (18518 viatgers). La càrrega definitiva de les línies, en total i per trams, no suscita crítiques massa fortes; fora dels trams adjacents a la zona 7, que forneixen una demanda insuficient, la qual cosa ja és habitual, la resta de cada línia dona càrregues força equilibrades. Pel que fa a les freqüències, totes elles s'assemblen i estan compreses entre 5 i 8 minuts.

La capacitat mínima requerida per als autobusos, però, vege's la figura 4.4.4. és la més alta de totes les proves fetes. Tot i que existeixen autobusos de 90 places, és un valor incòmode de cara a una aplicació pràctica. Comparant les assignacions inicial i final, s'observa que l'algorisme d'assignació s'ha limitat a canviar un autobús de la línia 4 a la 2. Aquesta facilitat a assolir l'òptim prové del fet que la xarxa va ser generada sota hipòtesi d'interval constant per a totes les línies; per tant, era de preveure que el segon algorisme no pogués fer-hi canvis gaire profunds.



Xarxa H6 (25 busos).

FIG. 4.4.2.





ESTAT DE LA XARXA DE SPRES DE LA REASSIGNACIO 1  
 \*\*\*\*\*

LINIA * 14																
DEP.	559C	CRD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
BUSOS	5	CAR.	243	765	915	1041	1341	2206	2196	2343	2111	2652	30	15	1450	899
INT.	5.48	NUS	7	6	4	5	8	20	27	28	29	26	30	15	34	25
LCNG.	7.29															
LINIA * 24																
DEP.	5013	CRD.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
BUSOS	7	CAR.	309	910	2078	2341	2723	3130	3127	2887	2204	2024	11	1227	810	
INT.	5.28	NUS	7	6	9	5	4	9	17	10	16	36	15	34	25	
LCNG.	4.71															
LINIA * 34																
DEP.	3240	CRD.	1	2	3	4	5	6	7	8						
BUSOS	5	CAP.	439	1403	2034	2769	2573	2210	1465							
INT.	1.26	NUS	7	6	8	20	19	23	26	24						
LCNG.	4.54															
LINIA * 44																
DEP.	1239	CRD.	1	2	3	4	5	6	7							
BUSOS	4	CAR.	329	424	666	630	620	539								
INT.	8.16	NUS	35	36	16	10	17	20	28							
LCNG.	4.08															

Xarxa generada de 25 autobusos. (H6A).

FIG. 4.4. 3

## XARXA H6A

LINIA	TRAM MES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL	CAPACITAT MINIMA BUS. (places)
1	26 - 30	2652	6,48	77
2	9 - 17	3130	5,38	75
3	20 - 19	2769	7,26	90
4	16 - 10	666	8,16	25

FIG. 4.4.4.



RELACIÓ ENTRE PARELLS DE LÍNIAS  
\*\*\*\*\*

NO. LÍNIAS	NO. PARELLS DE LÍNIAS	DEMANDES		TOTAL
		NO ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	533	22391	0	22391
1	131	4384	13800	18184
2	33	2413	4430	6843
3	3	24	237	311
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
TOTALS	733	29212	18513	47731

COMPARACIÓ D'ASSIGNACIONS  
\*\*\*\*\*

LÍNIA INICIALS	BUSIS INICIALS	BUSIS FINALS	SALDO
1	2	9	0
2	6	7	1
3	5	5	0
4	5	4	-1

Xarxa generada de 25 autobusos. (H6A).

FIG. 4.4.5

#### 4.4.2. XARXA AMB 50 BUSOS ( XARXES G )

Anàlogament al cas anterior, s'ha fet variar LINUS entre 3 i 6. Els valors obtinguts són a la taula 4.4.6.

##### XARXES G

XARXA (LINUS)	COST MITJA (min.)	DEMANDA ABSORBIDA	Nº LÍNIES	LONG. XARXA (km.)	NUSOS INSERITS	INDEX REDUND.	Nº ITERACIONS
G 3	11,91541	23447	13	48,844	115	0,715	10
→ G 4	11,83998	24359	10	44,232	94	0,652	9
G 5	11,94522	23844	10	40,713	94	0,653	9
G 6	11,99369	23160	8	38,484	77	0,521	7

Xarxes generades amb 50 autobusos.

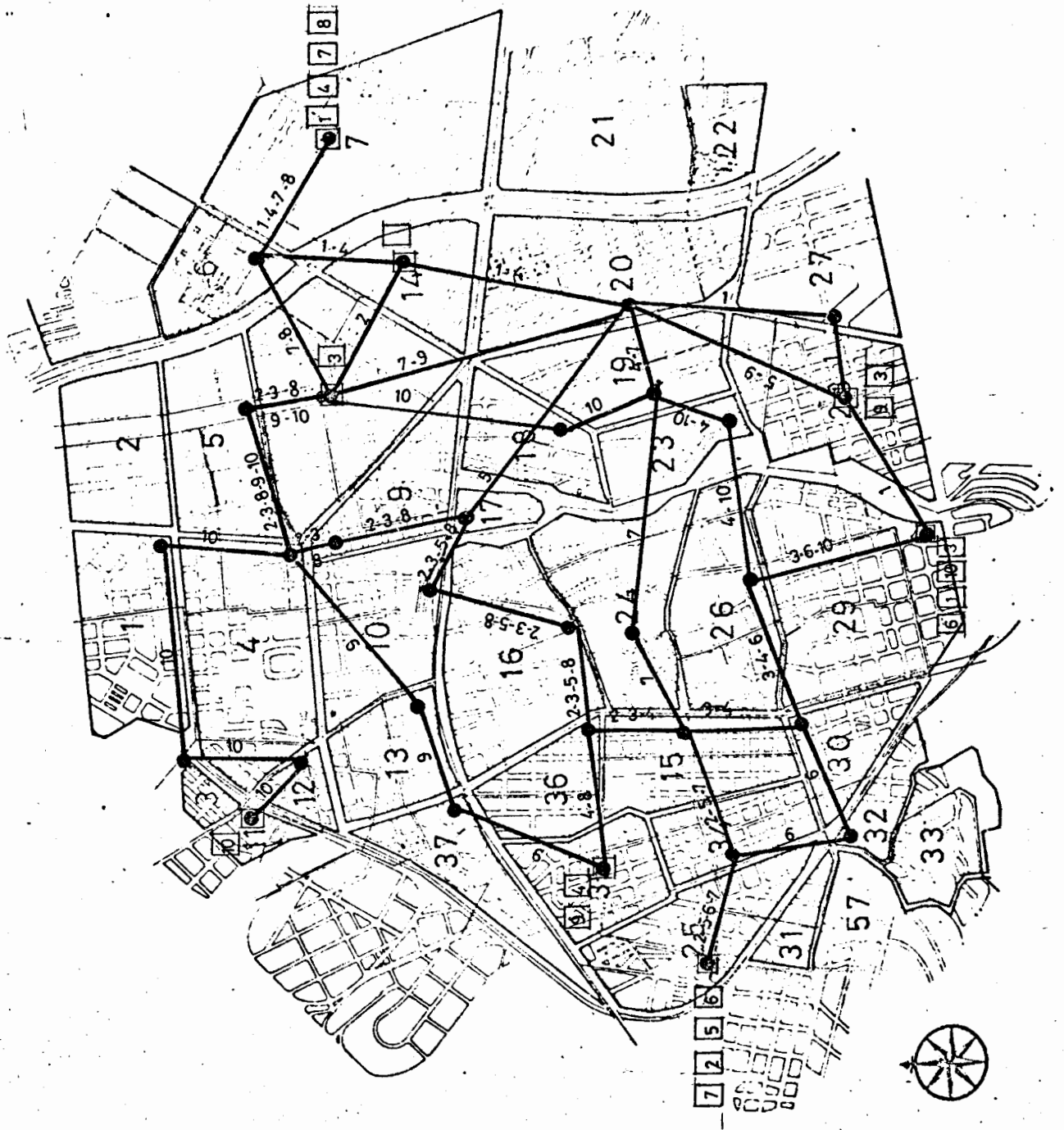
FIG 4.4.6.

En aquest cas, però, la millor xarxa s'obté amb un valor de LINUS = 4 (xarxa G 4); és un resultat més aviat paradoxal, tenint en compte que abans ha estat LINUS = 6, i que la ciutat és la mateixa. De tota manera, l'addició dels 25 busos nous, fins a arribar a 50 provoca una disminució de cost de quasi 1 minut (de 12,76654 a 11,83998) i un augment de demanda també relevant (de 18498 viatgers a 24359).

A la xarxa G 4 se li ha aplicat l'algorisme d'assignació, i no ha despullat cap línia del tot; per tant, al resultat final, xarxa G 4A, hi romanen totes 10. L'ur traçat pot veure's a la fig. 4.4.7. És una xarxa molt més completa que la H 6; així, atén totes les zones de la part Nord de la ciutat, i traça una línia, la 7-ena, que travessa el centre. Els itineraris tangencials o "de rocade", tant pel cantó Nord com Sud, es diversifiquen molt més.

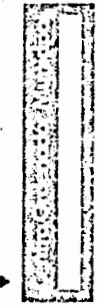
Després d'executar l'algorisme d'assignació, les sortides del qual són a la figura 4.4.8, es veu que es tracta d'una xarxa en conjunt equilibrada, en la qual, fora de les línies 6-ena i 7-ena, totes les altres tenen una longitud molt similar, entre 4 i 5 Km., i una càrrega d'autobús, vegi's la taula 4.4.9., també força acceptable. Així mateix la distribució de càrrega a cada tram també és molt més uniforme en aquesta xarxa que no pas en l'actual (XOA); recordi's el defecte que allà s'ha remarcat, relatiu a la línia 1, amb una desproporció notòria entre els nusos pròxims a uns tèrminus i els altres. Cal fer notar, a més, que l'algorisme d'assignació ha aconseguit una certa millora en cost mitjà i en demanda absorbida. Així, el cost mitjà final és de 11,77768 min. i la demanda, de 24321 viatgers.

Observi's finalment, a la taula 4.4.10., que la distribució inicial i final d'autobusos són força semblants, ja que 2 línies han romàs amb el mateix nombre, i a les altres se'ls n'ha afegit o llevat només un. Aquest fet ja s'ha exposat quan s'ha generat la xarxa de 25 autobusos, i la raó segueix essent la mateixa.



Xarxa G4. (50 busos).

FIG. 4.4.7.



ESTAT DE LA XARXA DESPRES DEL CANVI 5  
 \*\*\*\*\*

LINIA * 1*														
DEM.	1540	ORD.	1	2	3	4	1132	5	1112	6	713	7		
BUSOS	5	CAR.	227	813	815	20	27	28						
INT.	6.46	NUS	7	14	20	27	28							
LONG.	4.04													
LINIA * 2*														
DEM.	2143	ORD.	1	2	3	4	1005	5	1127	6	1177	8	1010	9
BUSOS	4	CAR.	72	736	883	4	1005	5	1127	6	1177	8	1010	9
INT.	8.50	NUS	14	8	5	4	1005	5	1127	6	1177	8	1010	9
LONG.	4.25													
LINIA * 3*														
DEM.	3005	ORD.	1	2	3	4	1518	5	1524	6	1543	7	8	9
BUSOS	6	CAR.	667	1090	1285	4	1518	5	1524	6	1543	7	8	9
INT.	5.72	NUS	8	5	4	9	17	10	16	36	15	30	26	25
LONG.	4.25													
LINIA * 4*														
DEM.	2445	ORD.	1	2	3	4	1643	5	1376	6	1174	8	392	9
BUSOS	6	CAR.	333	1066	1695	4	1643	5	1376	6	1174	8	392	9
INT.	6.44	NUS	7	6	20	19	23	26	30	15	36	35		
LONG.	4.83													
LINIA * 5*														
DEM.	2153	ORD.	1	2	3	4	1058	5	1040	6	744	7	726	8
BUSOS	6	CAR.	665	966	1108	1058	5	1040	6	744	7	726	8	9
INT.	6.23	NUS	25	34	15	36	16	10	17	20	28			
LONG.	4.75													
LINIA * 6*														
DEM.	461	ORD.	1	2	3	4	327	5	265	6				
BUSOS	3	CAR.	180	260	283	30	327	265						
INT.	6.44	NUS	25	34	32	30	26	29						
LONG.	2.42													
LINIA * 7*														
DEM.	2164	ORD.	1	2	3	4	1181	5	1174	6	690	7	468	8
BUSOS	6	CAR.	238	755	1006	4	1181	5	1174	6	690	7	468	8
INT.	8.16	NUS	7	6	8	20	19	24	15	34	25			
LONG.	6.12													
LINIA * 8*														
DEM.	1705	ORD.	1	2	3	4	1055	5	1124	6	1179	7	1160	8
BUSOS	4	CAR.	215	634	971	5	1055	4	1124	6	1179	7	1160	8
INT.	8.08	NUS	7	6	8	8	5	4	9	17	10	16	36	35

Xarxa generada G4A .. Assignació de 50 autobusos.

FIG. 4.4.8



LINIA \* 9\*

DEM. 1139 ORD. 1 183 2 3 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8  
 BUSOS 4 CAR. 351 666 4 636 5 514 6 475 7 428  
 INT. 9.25 NUS 35 37 13 13 4 4 5 5 8 8 20 20 28  
 LONG. 4.62

LINIA \*10\*

DEM. 1656 ORD. 1 81 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8 8 9 9 10 10 11 11 12  
 BUSOS 6 CAR. 142 191 1 221 5 373 6 508 7 1093 8 1026 9 518 10 601  
 INT. 6.50 NUS 11 12 3 3 1 1 4 4 5 5 8 8 18 19 23 23 26 26 29  
 LONG. 4.67

FIG. 4.4.8 cont.

## XARXA G4A

LINIA	TRAM MES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL	CAPACITAT MINIMA BUS (places)
1	20 - 27	1132	6,46	33
2	17 - 10	1141	8,50	44
3	10 - 16	1540	5,72	40
4	20 - 19	1695	6,44	49
5	15 - 36	1108	6,33	32
6	30 - 26	327	6,44	10
7	20 - 19	1181	8,16	43
8	9 - 17	1179	8,08	43
9	13 - 4	666	9,25	28
10	8 - 18	1093	6,50	32

FIG. 4.4.9.





RELACIÓ DE LES UNICS ENTRE PARELLS DE BUSOS  
\*\*\*\*\*

NO. LÍNIES	NO. PARELLS DE BUSOS	DEMANDES		TOTAL
		NO. ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	419	17378	0	17376
1	132	2010	13078	15088
2	49	1003	4744	5012
3	31	1136	5222	6328
4	9	1414	1016	2432
5	3	432	257	665
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
TOTALS	703	23409	24921	47731

COMPARACIÓ D'ASSIGNACIONS  
\*\*\*\*\*

LÍNIA	BUSOS INICIALS	BUSOS FINALS	SALDO
1	5	5	0
2	5	4	-1
3	5	6	1
4	5	6	1
5	5	6	1
6	3	3	0
7	7	6	-1
8	5	4	-1
9	5	4	-1
10	5	6	1

Xarxa generada G4A .. Assignació de 50 autobusos.

FIG. 4.4.10

## 4 5 MODIFICACIO DE LA XARXA JA EXISTENT

El capítol present vol recollir l'elaboració de la proposta que sembla més versemblant de totes, car conjumina una millora efectiva de la xarxa amb un seguiment de prop d'allò que fan els algorismes; per tal que en tot moment el decisor pugui acceptar o rebutjar les xarxes intermèdies que l'algorisme va oferint.

Es tracta, en definitiva, d'un diàleg home-màquina. Es parteix de la xarxa actual, que és modificada mitjançant la 2ª opció de l'algorisme de generació. Aquesta xarxa se situa damunt del plànol de la ciutat, s'analitza manualment, se n'accepta allò que és viable i es canvia allò que no agrada; a la nova xarxa, un cop modificada, se li aplica altre cop l'algorisme, que la torna a modificar o que, dit d'una altra manera, jutja si les alteracions que hom hi ha fet són compatibles amb la resta. Cas de no ser-ho, ell mateix les millora. Aquest diàleg es repeteix fins a arribar a quelcom de satisfactori.

De fet, s'ha demostrat que el conjunt home-màquina podia arribar més enllà que qualsevol dels dos per separat. Així, cada xarxa alterada, que s'entrava a l'algorisme era pitjor que l'originària, generada automàticament. Ara bé, aquesta mateixa xarxa, un cop tractada per l'algorisme, en donava lloc a una altra de nova que superava totes les anteriors.

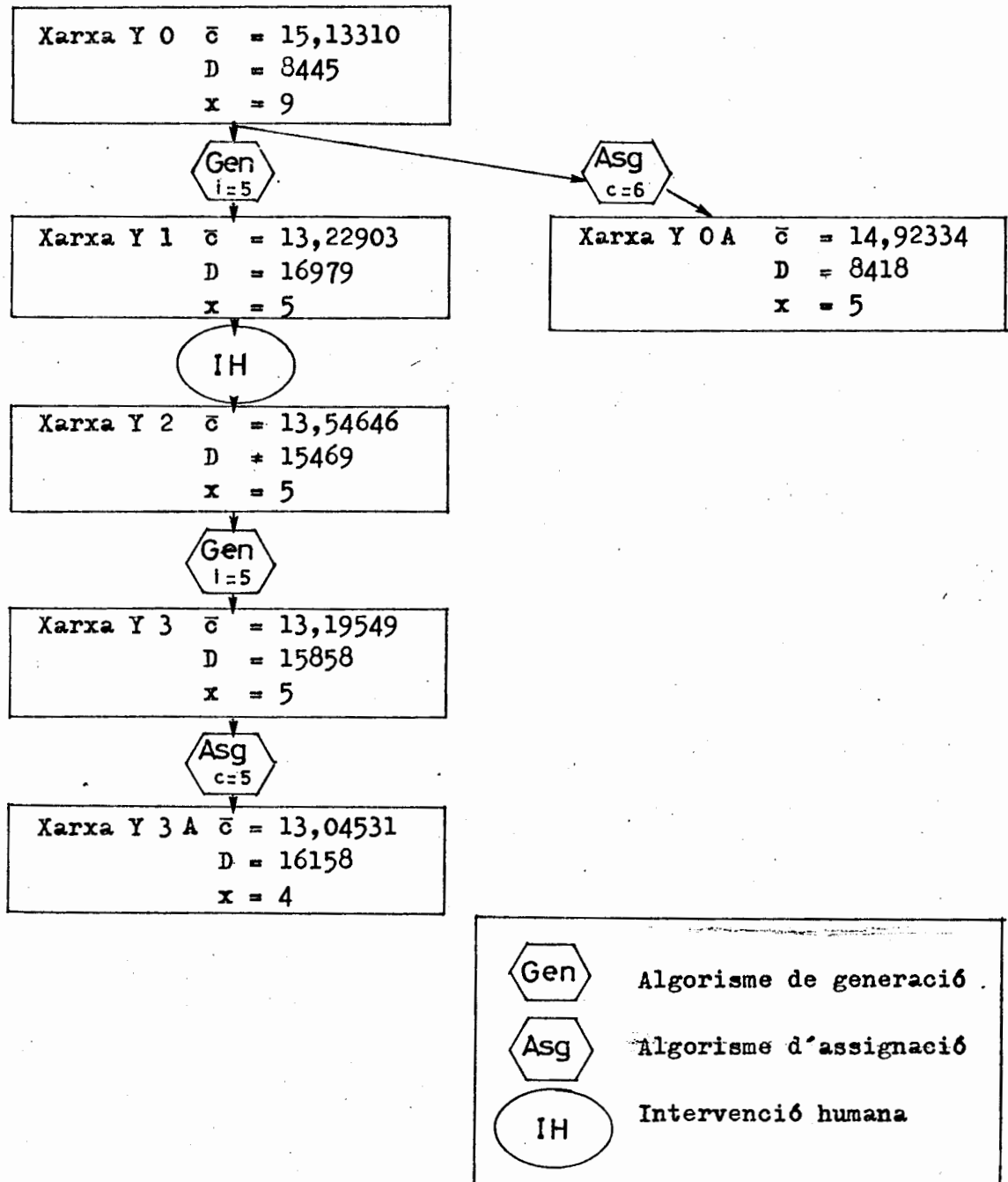
Com fins ara, el procés s'ha repetit paral·lelament per a 25 i 50 busos. A continuació se'n descriuen els detalls.

### 4.5.1. XARXA AMB 25 BUSOS ( XARXES Y )

La figura 4.5.1. es l'esquema del procés seguit en el cas de 25 busos. Per a cada xarxa es donen els 3 valors que han semblat més rellevants: el cost mitjà,  $\bar{c}$ , la demanda total absorbida,  $D$  i el nombre de línies  $x$ . Anàlogament, per a cada algorisme de generació i d'assignació, hom inclou respectivament les iteracions que han calgut, i el nombre de canvis realitzat,  $o$ .

La xarxa  $Y_0$  és l'actual, per bé que amb assignació proporcional de busos, de la qual es desprèn la  $Y_{0A}$ , que és l'obtinguda amb assignació òptima de busos. Ja s'ha vist al punt 4.3.1., però s'inclou ací per tal de fer-ne una presentació completa.

L'algorisme de generació modifica la xarxa  $Y_0$ , la qual esdevé  $Y_1$ . El guany que se n'obté és molt considerable, de quasi 2 minuts, mentre que la demanda absorbida es duplica. El nombre de línies es redueix dràsticament de 9 a 5, en consonància a allò que s'ha esdevingut sempre que s'ha tractat una xarxa amb 25 busos; tots els algorismes, tant el d'assignació com el de generació en ambdues opcions, han fornit xarxes de 4÷5 línies.



Modificació de la xarxa de 25 busos.

FIG. 4.5.1.

La descripció de les línies de la Y1 és a la figura 4.5.2., on s'han subratllat els trams originals que han romàs.

## XARXA Y1

LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS														
1	29	26	30	<u>15</u>	36	<u>37</u>	<u>13</u>	<u>10</u>	9	4	5	8	<u>6</u>	7	
2	25	34	<u>15</u>	36	16	<u>10</u>	<u>17</u>	9	4	5	8	<u>20</u>	27	28	29
3	25	34	<u>15</u>	<u>36</u>	16	10	17	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	8	6	7		
4	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>12</u>	<u>11</u>										
5	25	34	<u>15</u>	30	26	<u>23</u>	<u>28</u>								

FIG. 4.5.2.

De fet, ha suprimit les actuals línies 3,5,6 i 7. Les línies 1,2 i 4 resten, encara que les dues primeres força modificades; les línies 8 i 9 esdevenen, respectivament, les noves 5 i 3, car l'algorisme segueix una numeració correlativa.

Així, de la línia 1, a tall d'exemple, només en conserva el tram

15 36 37 13 10;

n'ha suprimit tota la part final, i ha prolongat la part inicial fins al nus 29.

La línia 8, ara 5, en canvi, s'ha alterat molt menys. Tot el tram inicial es conserva llevat del darrer nus, el 29; l'algorisme només hi ha afegit els nusos 25 i 34 al començament.

Curiosament, la línia 4 no ha estat gens variada.

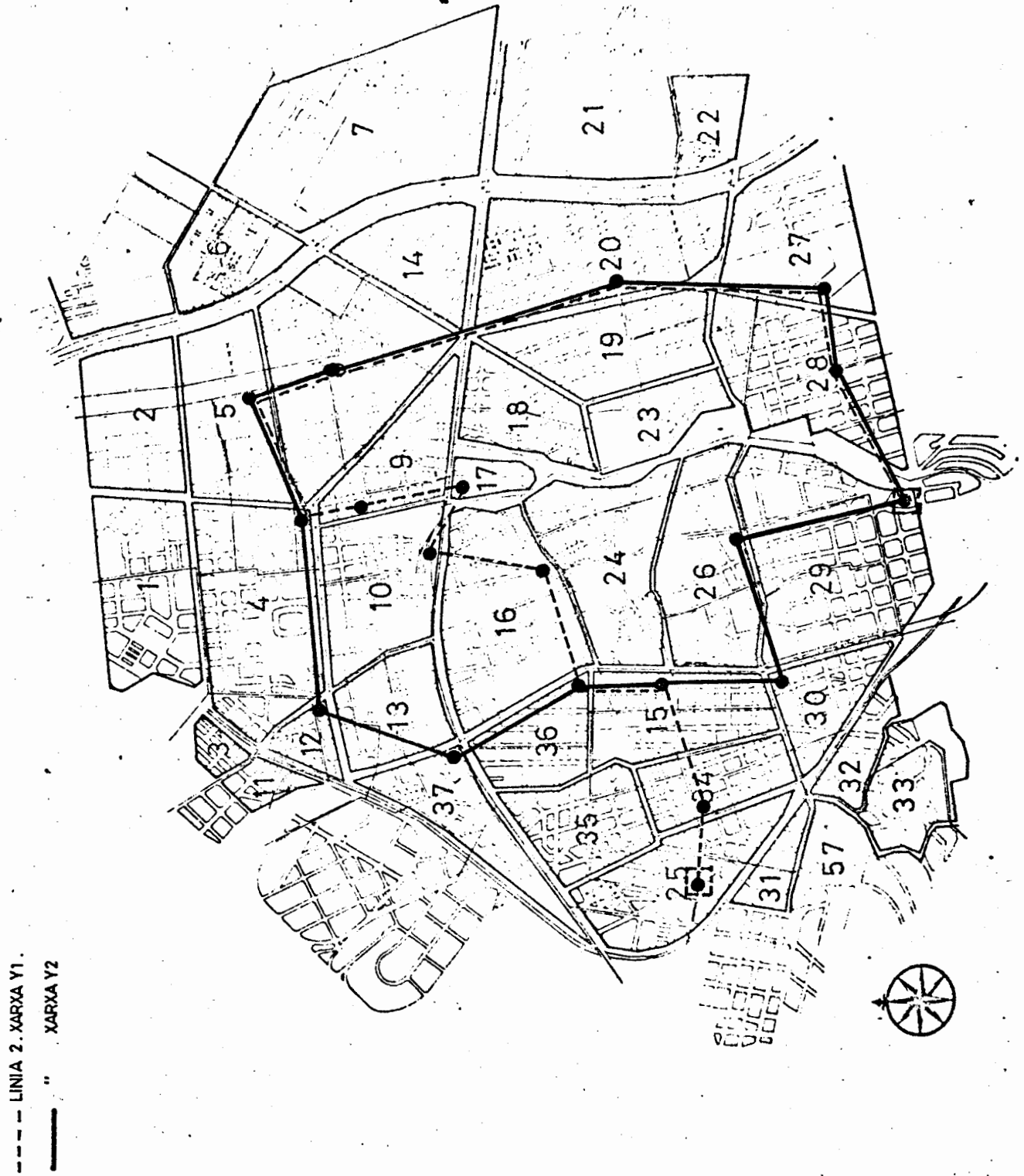
Es notòria la tendència de l'algorisme a allargar fins al nus 25 totes les línies que en la xarxa Y0 acabaven a la zona 15. Anàlogament ocorre amb els nusos 8, 6 i 7 per l'altre cantó.

La xarxa Y1, va ser examinada i transformada en la Y2, una descripció de la qual és a la figura 4.5.3.

## XARXA Y2

LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS													
1	29	26	30	15	36	37	13	10	9	4	5	8	6	7
2	15	36	37	12	4	5	8	20	27	28	29	26	30	15
3	25	34	15	36	16	24	18	8	6	7				
4	15	36	37	12	11									
5	25	34	15	30	26	23	28							

FIG. 4.5.3.



Línia 2 a les xarxes Y1 i Y2.

FIG. 4.5.4.

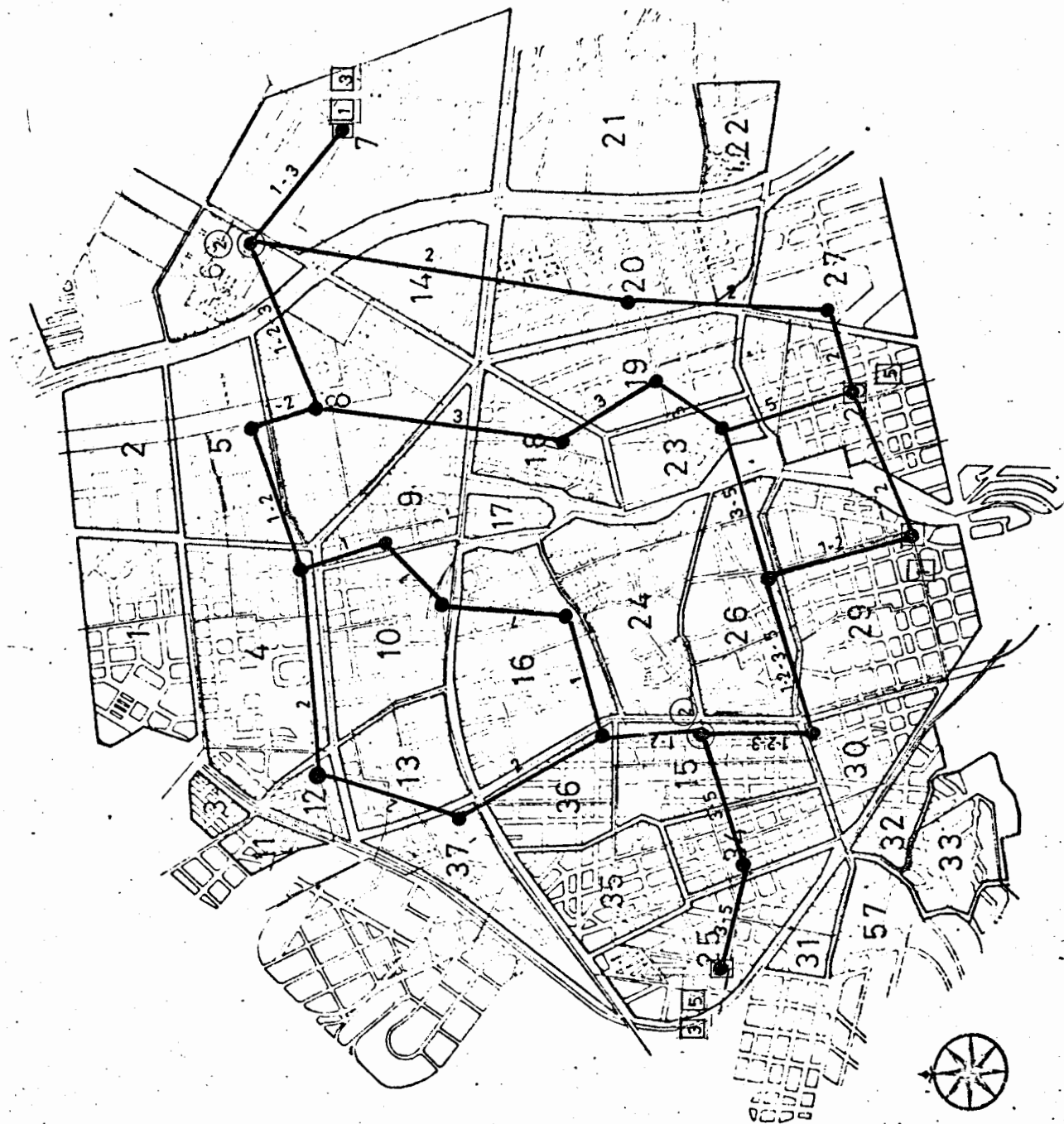


ESTAT DE LA XARXA D'ESPRES DEL CANVI 5  
\*\*\*\*\*

LINIA * 1*		LINIA * 2*		LINIA * 3*		LINIA * 4*		LINIA * 5*																	
DEM.	4402	ORD.	1	482	1187	1231	4	1535	5	1801	2+14	2535	0	2906	4	2906	5	10	11	12	13				
BUSUS	3	CAR.	26	30	15	36	16	10	10	2386	4	2386	4	2386	4	2386	5	10	11	12	13				
INT.	5.22	NUS	25	26	30	15	36	16	10	2386	4	2386	4	2386	4	2386	5	10	11	12	13				
LONG.	5.22																								
DEM.	4175	ORD.	1	1070	2	1151	3	366	4	827	5	782	6	766	8	623	6	20	1423	1419	1465	1181	1261	1194	15
BUSUS	10	CAR.	36	37	12	4	4	4	4	766	8	766	8	766	8	623	6	20	1423	1419	1465	1181	1261	1194	15
INT.	6.52	NUS	15	36	37	12	4	4	4	766	8	766	8	766	8	623	6	20	1423	1419	1465	1181	1261	1194	15
LONG.	8.16																								
DEM.	3221	ORD.	1	490	1015	1087	1083	5	1127	6	1393	7	1566	8	1769	8	1769	8	1952	8	1952	6	350	7	
BUSUS	6	CAR.	34	15	30	26	23	19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
INT.	7.11	NUS	25	34	15	30	26	23	19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
LONG.	5.22																								
DEM.	261	ORD.	1	186	260	241	231	108	75	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	
BUSUS	1	CAR.	34	15	30	26	23	19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
INT.	22.55	NUS	25	34	15	30	26	23	19	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
LONG.	3.00																								

Xarxa modificada amb 25 autobusos. (Y3A).

FIG. 4.5.5



Xarxa modificada amb 25 nusos (Y3A)

FIG. 4.5.6.

Comparant Y1 i Y2 pot apreciar-se que només s'ha incidit manualment en les línies 2 i 3. Pel que fa a la línia 2 se n'ha suprimit la cua 25-34, i s'ha tancat; (vegi's la figura 4.5.4.). A més, una part de l'itinerari es trasllada més enfora per tal de servir les zones 37 i 12 que a la xarxa Y1 quedaven desateses. La línia 3, tot mantenint-li els tèrminus, es fa passar pel centre de Terrassa, en lloc de fer-ho per la part Nord-Est, que ja està servida per la línia 1.

La xarxa Y2 resulta certament pitjor que la Y1, com pot veure's a l'esquema 4.5.1.: té un cost més alt i absorbeix menys demanda; però dona lloc a Y3, mitjançant l'algorisme de generació, que té uns valors millors àdhuc que els d'Y1.

Les modificacions introduïdes manualment, les ha acceptades en part. Així, la línia 2 segueix essent circular, (vegi's la figura 4.5.5.), i només amb un nus de més. La línia 3, per bé que una mica modificada continua passant pel centre, zona 26. En contrapartida de la modificació manual feta a la línia 2, l'algorisme ha variat el traçat de la línia 1. Ja no passa per 37 i 13 com abans, ja que aquestes zones ara les serveix la línia 2, sinó més endintre, per la zona 16.

La xarxa Y3 es va donar per bona, pel que fa a modificacions de traçat, i va aplicarse-li l'algorisme d'assignació. Aquest, va suprimir de fet la línia 4, en no atorgar-li cap bus, car la zona 12 atesa per ella també és servida per d'altres línies. La dotació de la línia 5, reduïda a un bus, forneix un interval molt elevat (23,99 min.), que no deixa de ser una excepció en tota la gamma d'interval que s'han presentat fins ara. Així, doncs, la xarxa final proposada, Y3A, només consta de 4 línies, el traçat de les quals és al plànol de la figura 4.5.6. Comparada amb la xarxa generada íntegrament per l'algorisme, xarxa H6A, presenta una dispersió i cobertura més uniforme al llarg de la ciutat, tot i que l'Y3A té un cost mitjà més alt.

La taula de la figura 4.5.7. mostra la capacitat mínima dels autobusos que serveixen cada línia.

#### XARXA Y3A

LÍNIA	TRAM MES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL	CAPACITAT MÍNIMA BUS (plàces)
1	10 — 9	2525	5,33	61
2	28 — 29	1485	6,53	44
3	18 — 8	1769	7,11	56
5	34 — 15	260	23,99	28

FIG. 4.5.7.

Es tracta de capacitats altes, com correspon a una xarxa de 25 busos, per bé que dintre de límits acceptables. Aquesta darrera constatació, doncs, no invalida la proposta de la xarxa Y3A.

Finalment, a la figura 4.5.8. es veu la diferència entre l'assignació inicial i la final. Les variacions són més grans que en el cas de la xarxa generada, per mor de les manipulacions humanes ocorregudes enmig del procés.



RELACIÓ DE LFS UNICS ENTRE PARELLS DE NUSCS

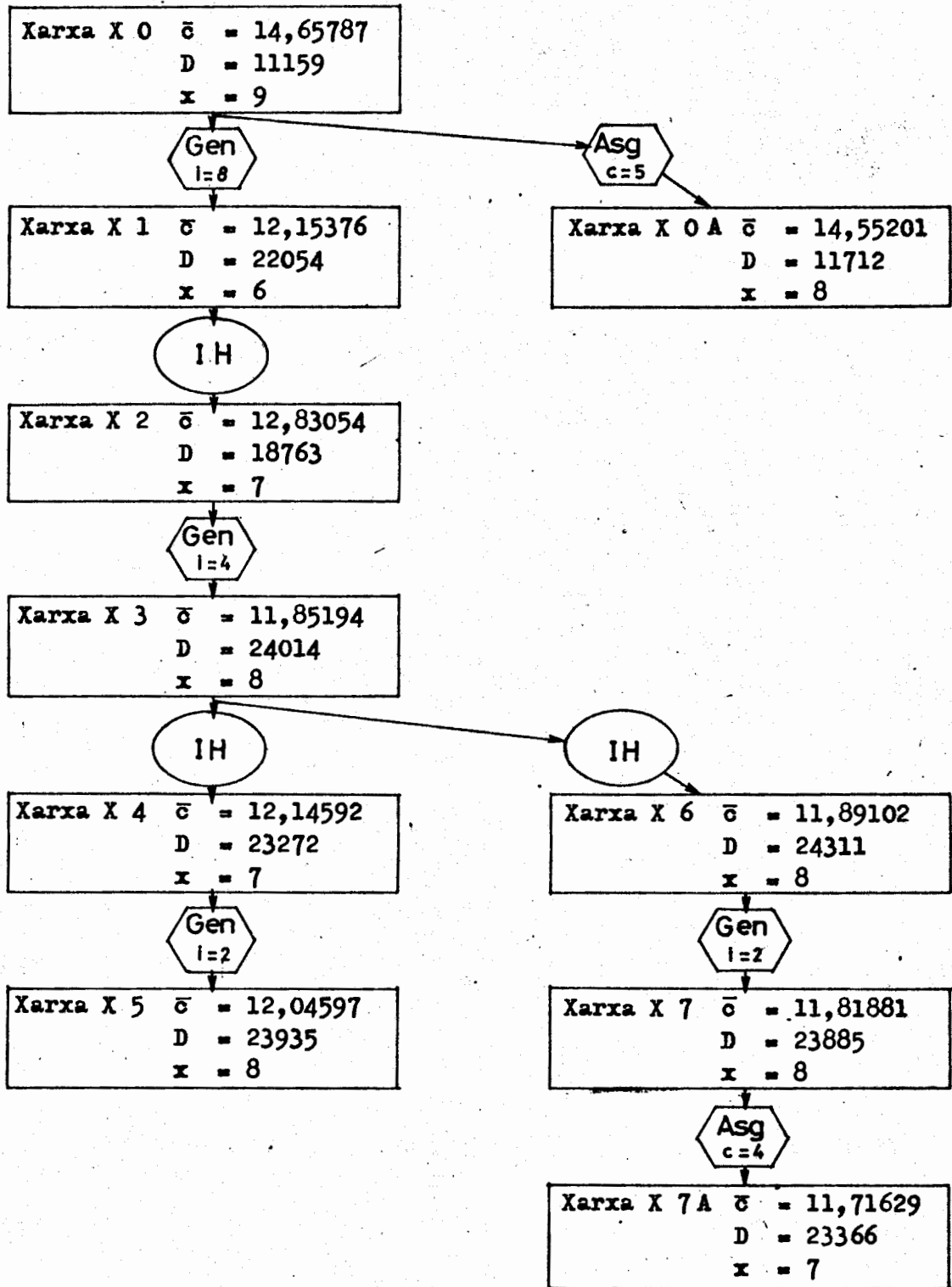
NO. LÍNIES	NO. PARELLS DE NUSCS	DEMANDES		TOTAL
		NO ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	523	25905	0	25905
1	119	3674	10016	13690
2	57	1566	4339	5905
3	3	166	1160	1326
4	3	205	579	784
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
TOTALS	703	31578	16153	47731

COMPARACIÓ D'ASSIGNACIONS

LÍNIA	BUSOS INICIALS	BUSOS FINALS	SALDO
1	6	8	2
2	8	10	2
3	6	6	0
4	2	0	-2
5	3	1	-2

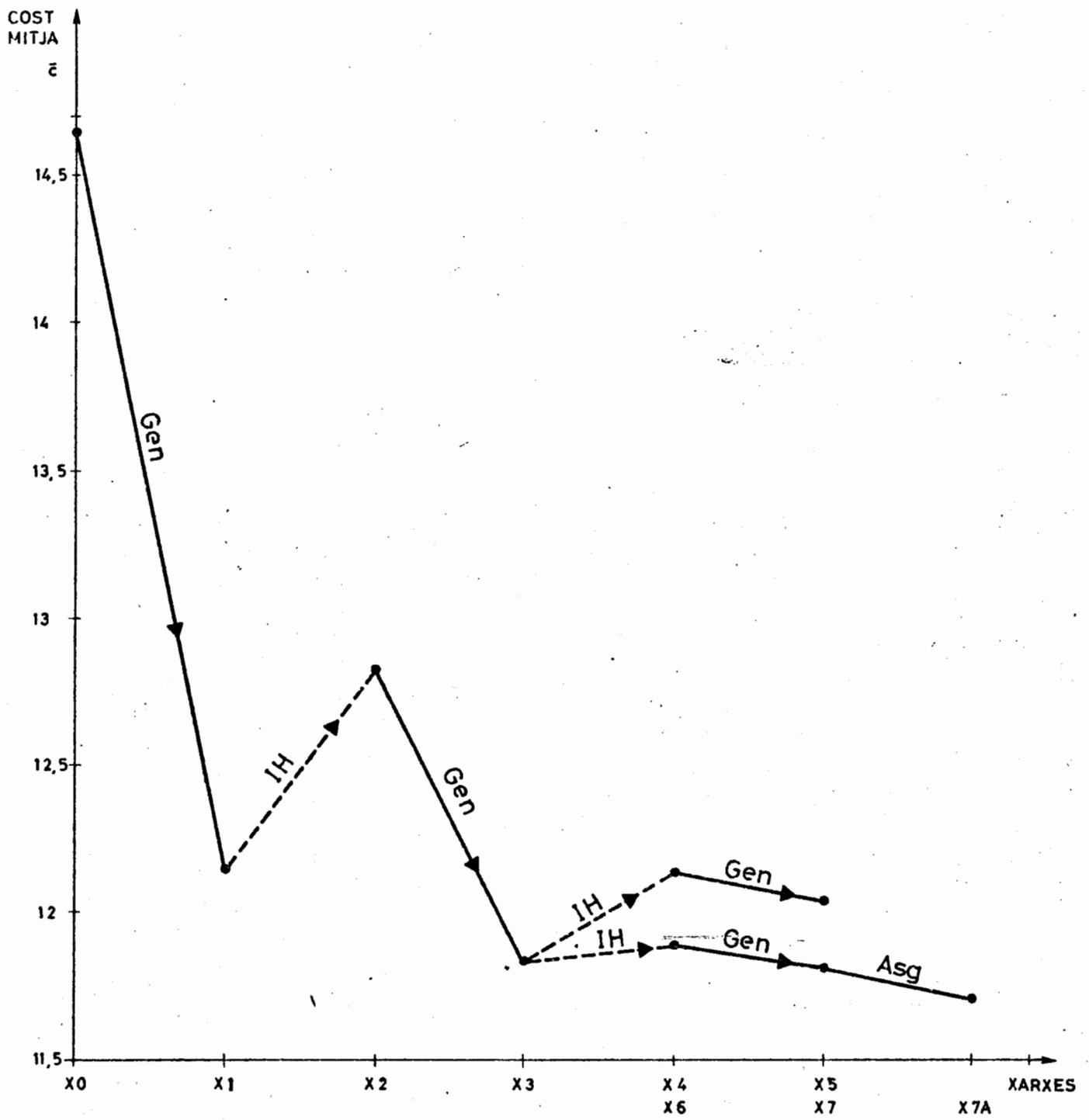
Xarxa modificada amb 25 autobusos. (Y3A).

FIG. 4.5.8



Modificació de la xarxa de 50 busos.

FIG. 459.



Procés de modificació de la xarxa de 50 busos

FIG. 4.5.10

#### 4.5.2. XARXA AMB 50 BUSOS ( XARXES X )

Tot i que molt més complex que en el cas de 25 autobusos, el camí que s'ha seguit aquí és del tot anàleg. La dificultat es presentava, principalment a l'hora d'analitzar damunt del plànol una xarxa proposada per l'algorisme, ja que en aquest cas es tractava de xarxes molt més atapeïdes, amb un grau molt més alt d'interacció entre les línies.

El camí seguit s'esquemmatitza a la figura 4.5.9. Partint de la xarxa actual X0, l'algorisme obté X1, la qual, un cop alterada manualment, esdevé X2. Aquesta, tractada per l'algorisme, es transforma en X3. A partir d'aquí s'obren dues possibles modificacions: X4 i X6. Provades ambdues, i obtingudes les X5 i X7 respectivament, s'ha vist que la darrera és sensiblement millor. És a X7, doncs, que s'ha aplicat l'algorisme d'assignació, i ha donat com a proposta final, X7A.

Noti's que el guany obtingut a cada passada es va fent petit a mesura que les xarxes estan més retocades. Vegi's la figura 4.5.10. Al mateix temps, el nombre d'iteracions o de canvis va fent-se petit progressivament; és a dir, l'algorisme arriba cada vegada amb més facilitat a una solució estable, a condició, és clar, que les modificacions manuals no capgirin del tot la xarxa.

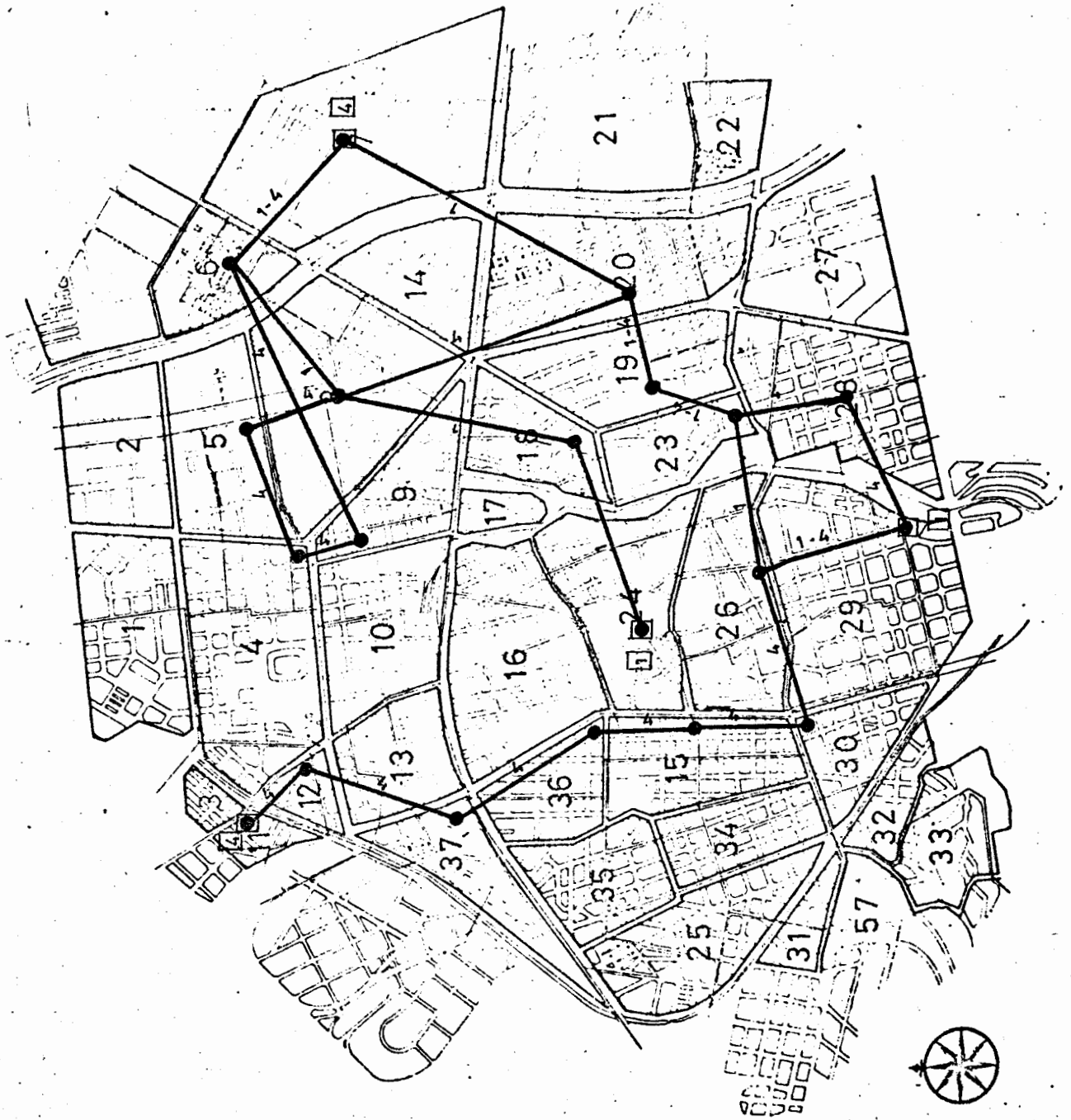
Anant més al detall, la xarxa X1, obtinguda automàticament de l'X0, només compta amb 6 línies, xifra baixa si es té en compte que les xarxes generades (xarxes G) en tenen una quantitat que oscil·la entre 8 i 13. La justificació d'aquest fet pot trobar-se en què ara es partia d'una xarxa donada i no d'una ciutat verge; l'algorisme, per tant, s'hi havia d'adaptar, i ho ha fet operant damunt de les línies rendibles ja existents, més que creant-ne de noves, com en les xarxes G.

#### XARXA X1

LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS																	
1	<u>24</u>	<u>18</u>	8	<u>6</u>	7	20	19	23	26	29								
2	25	34	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>16</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	9	4	5	8	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>14</u>				
3	25	34	<u>15</u>	<u>30</u>	<u>26</u>	<u>23</u>	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>22</u>									
4	7	6	9	4	5	8	20	19	23	28	29	26	30	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>12</u>	<u>11</u>
5	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>13</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	20	19	<u>23</u>	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>15</u>					
6	29	26	30	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>13</u>	4	<u>8</u>	<u>5</u>	1	3						

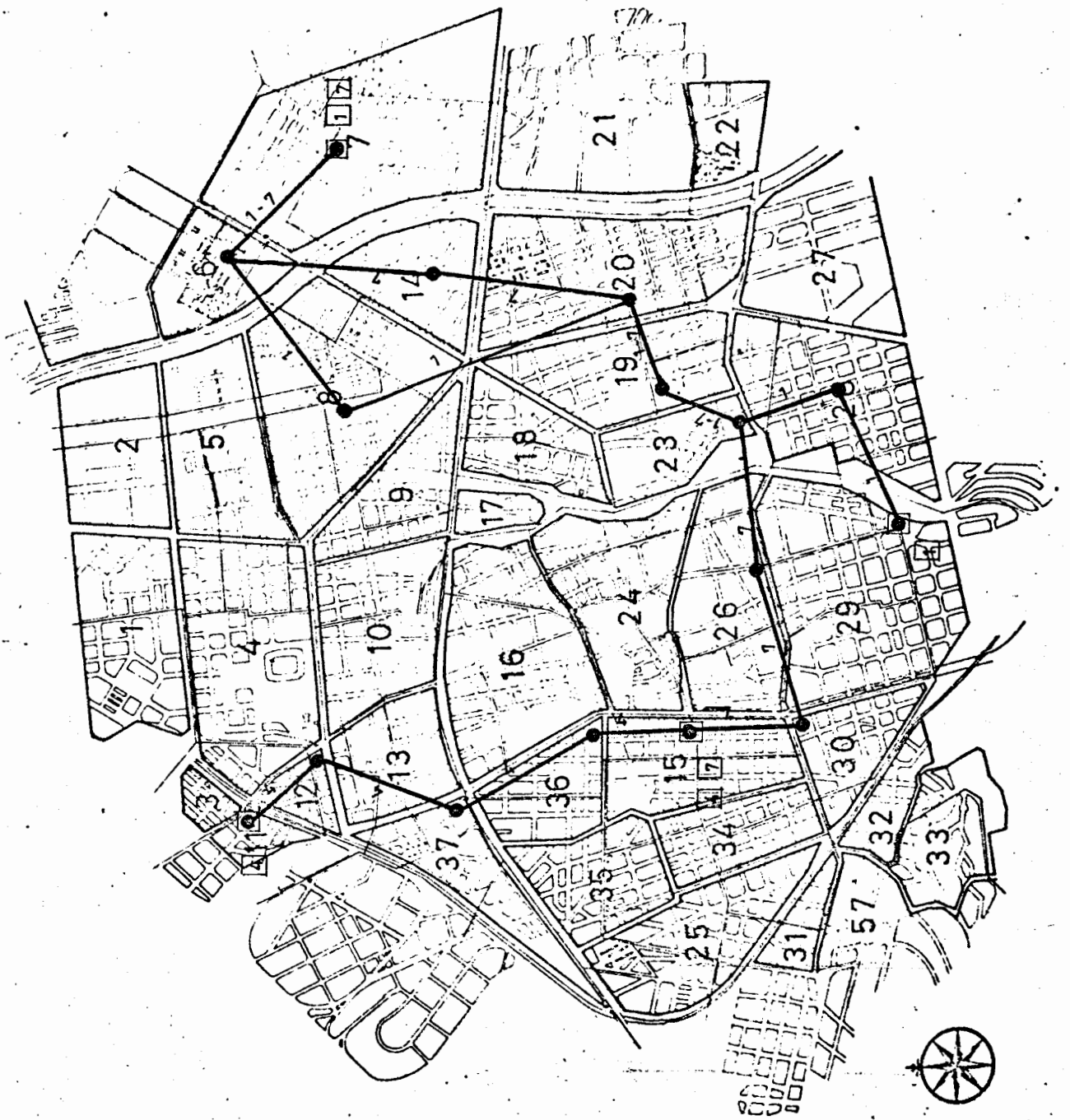
FIG 4.5.11.

Comparant-la amb l'X0, s'han suprimit les línies actuals 6,7 i 8, i la 9 d'allà esdevé la 6 d'aquí. Les línies 1 i 2, són les més profundament alterades. La línia 4, que abans ha restat incòlume, ara, per bé que conserva el seu traçat anterior íntegre, s'ha prolongat extraordinàriament a partir de la zona 15, anterior tèrminus. Les línies 3 i 5 segueixen quasi com abans; la darrera, àdhuc manté la seva circularitat. Finalment, les zones servides per les línies



Línia 1 i 4 de la xarxa X1 .

FIG. 4.5.12.



Línies 1,4 i 7 de la xarxa X2.

FIG. 4.5.13.

6,7 i 8, ara suprimides, queden més o menys cobertes per les noves línies pertanyents a X1, 6 (abans 9), 2 i 3 i 1 i 3 respectivament. Analitzant els recorreguts de les línies d'X1, es veuen giragonses força grotesques, que no semblen gaire recomanables. Tal és el cas de les línies 1 i 4 (vegi's la figura 4.5.12), principalment al cantó Est de la vila; això prova que l'algorisme de generació no sempre forneix xarxes practicables. Aquest embull s'ha intentat de desfer a base d'alteracions més fortes a la xarxa X2: així, la línia 4, torna al seu recorregut inicial, i de la resta d'aquesta i de la 1, n'esdevenen les noves 1 i 7 de la xarxa X2. (vegi's la figura 4.5.13). Les línies 2 i 6 s'han retocat més lleugerament, per tal de for<sub>n</sub>ir traçats més racionals al Nord de Terrassa, zones 1 a 5. Finalment, no s'han alterat les línies 3 i 5. Així doncs, la xarxa X2 queda tal com apareix a la llista de la figura 4.5.14, la qual entre altre cop com a dada en l'algo<sub>r</sub>isme de generació.

## XARXA X2

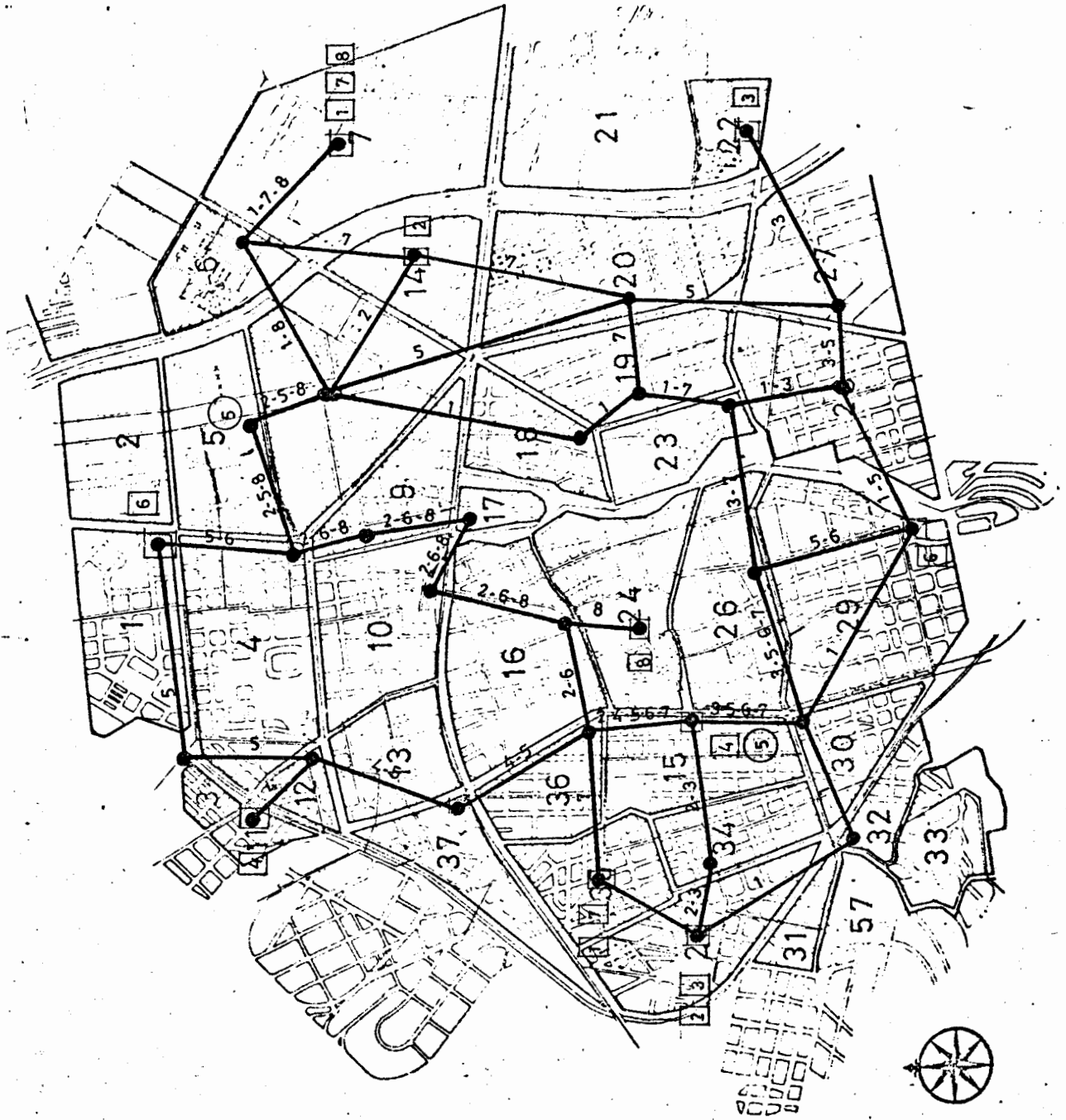
LINIA	NUSOS CONSTITUENTS													
1	7	6	8	20	19	23	28	29						
2	25	34	15	36	16	10	17	9	4	1	2	5	8	14
3	25	34	15	30	26	23	28	27	22					
4	15	36	37	12	11									
5	15	36	37	12	4	5	8	20	27	28	29	26	30	15
6	29	26	30	15	24	16	10	17	4	1				
7	7	6	14	20	19	23	26	30	15					

FIG. 4.5.14.

## XARXA X3

LINIA	NUSOS CONSTITUENTS																
1	<u>7</u>	6	8	18	19	<u>23</u>	28	29	30	32	25	35					
2	<u>25</u>	34	15	36	16	<u>10</u>	17	9	4	5	<u>8</u>	14					
3	<u>25</u>	34	15	30	26	<u>23</u>	28	27	22								
4	<u>15</u>	36	37	12	11												
5	<u>15</u>	36	37	13	12	3	1	<u>4</u>	5	8	<u>20</u>	27	28	29	26	30	15
6	<u>29</u>	26	30	15	36	16	<u>10</u>	17	9	<u>4</u>	<u>1</u>						
7	<u>7</u>	6	14	20	19	<u>23</u>	26	30	15	36	35						
8	7	6	8	5	4	9	17	10	16	24							

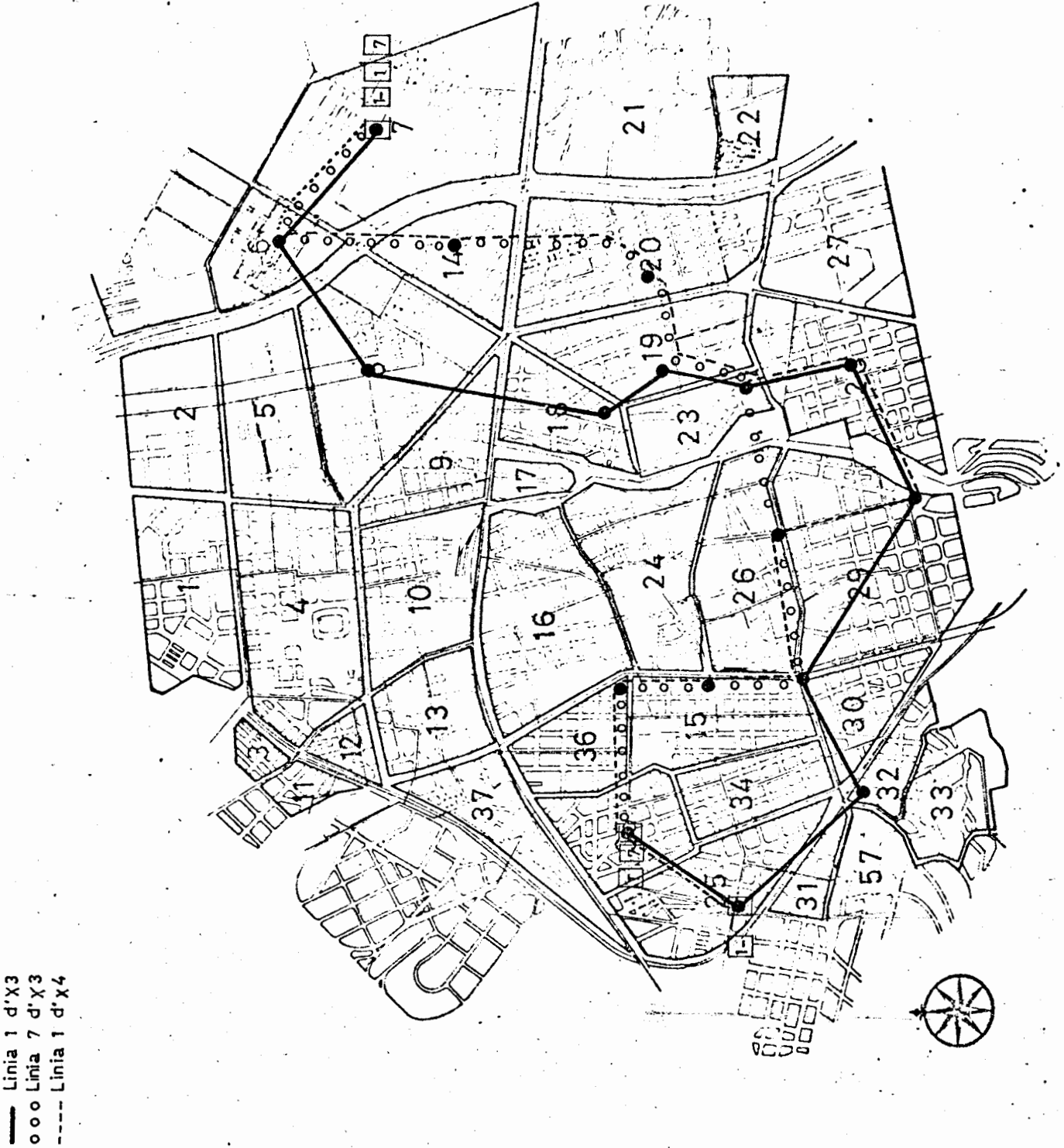
FIG 4.5.15.



Xarxa de 50 autobusos X3.

FIG. 4.5.16.





Refundició de les línies 1 i 7 d'X3 en la línia 1 d'X4.

FIG. 4.5.17.

Contràriament a allò que ha ocorregut en passar d'X0 a X1, ara, en transformar X2 en X3, l'algorisme ha aportat solucions molt elegants i aprofitables. Comparin-se les xarxes, X2 i X3 a les figures 4.5.14 i 4.5.15 respectivament; a la darrera s'han subratllat els trams inalterats, com de costum. No ha tocat les línies 3 ni 4 ni, pràcticament, tampoc la 6. Pel que fa a les línies 1 i 7, les ha allargades de forma que ambdues encerclen la ciutat per la vora Sud, amb recorreguts similars, i a més tenen els mateixos tèrminus. Les zones extremes del Nord (1 i 2), no se serveixen per la línia 2, sinó que la 5, que és circular s'amplia lleugerament fins a abastar-les. A més, s'ha generat una línia de bell nou, la 8, que uneix l'Est amb el centre passant per l'estació de RENFE. La xarxa X3 es dibuixa íntegra a la figura 4.5.16, ja que es considera un punt de referència important.

A partir d'aquesta xarxa, i tal com es detalla a l'esquema general de la figura 4.5.9., es van seguir dos possibles camins: les xarxes X4 i X6, ambdues derivades manualment de l'X3. S'entra a tractar, d'antuvi l'X4, que va furnir pitjors resultats, i després es passa a estudiar l'X6, que ha donat lloc a la proposta definitiva. A més, aquest és l'ordre cronològic de desenvolupament de les operacions.

Vist el recorregut semblant de les línies 1 i 7 d'X3 es va pensar per a X4 de refundre-les en una de sola, la nova 1, tal com s'aprecia al plànols de la figura 4.5.17. Com a conseqüència, l'anterior 8 esdevenia la nova 7, a la qual s'afegia el nus 15 a la fi. Sense cap més alteració, quedava definida la xarxa X4, figura 4.5.18, i llesta per a provar-la en l'algorisme de generació.

#### XARXA X4

LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS																
1	7	6	14	20	19	23	28	29	26	30	15	36	35	25			
2	25	34	15	36	16	10	17	9	4	5	8	14					
3	25	34	32	30	26	23	28	27	22								
4	15	36	37	12	11												
5	15	36	37	13	12	3	1	4	5	8	20	27	28	29	26	30	15
6	29	26	30	15	36	16	10	7	9	4	1						
7	7	6	8	5	4	9	17	10	16	24	15						

FIG 4.5.18.

La xarxa X5, a part de tenir un cost mitjà més alt que l'X3 (12,04597 min. contra 11,85194 min.) i, per tant, inacceptable, no era gaire diferent de l'antecedent X4. L'algorisme, llevat d'alguna inserció i supressió, pràcticament no retocava cap línia. Així i tot, va crear-ne una del tot nova, la 8, amb un traçat que no podia considerar-se una contestació a les alteracions fetes d'X3 a X4. Però com que el cost havia augmentat, va inferir-se'n que la unificació de les línies 1 i 7 havia estat un error, i que calia elaborar una proposta a partir d'X3, on no hi hagués aquesta mena de variacions.

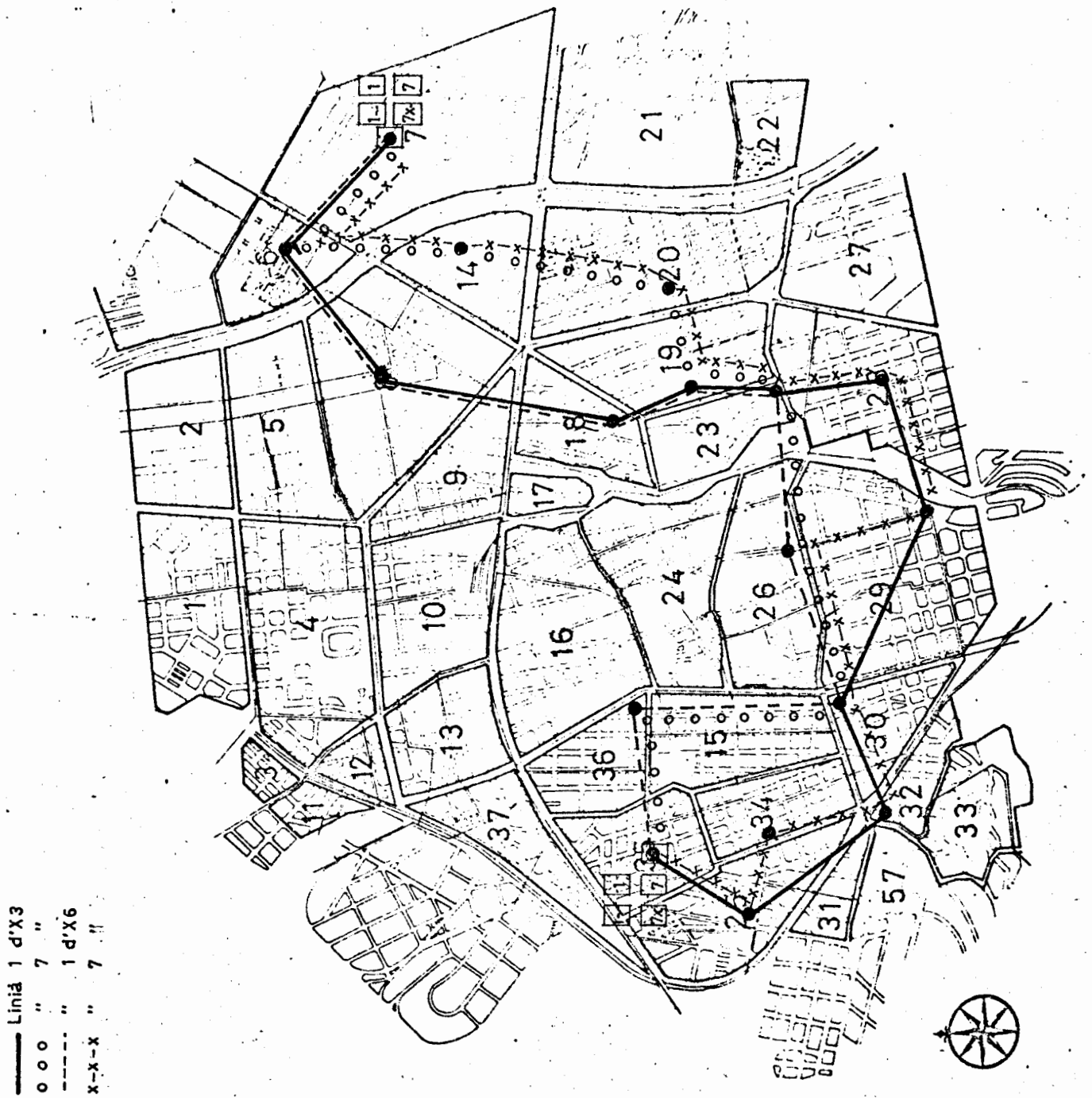
## XARXA X5

LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS																
1	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>20</u>	<u>19</u>	<u>23</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>35</u>	<u>34</u>	<u>25</u>			
2	<u>25</u>	<u>34</u>	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>16</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>8</u>	<u>14</u>					
3	<u>25</u>	<u>34</u>	<u>32</u>	<u>30</u>	<u>26</u>	<u>23</u>	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>22</u>								
4	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>12</u>	<u>11</u>												
5	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>37</u>	<u>13</u>	<u>12</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>8</u>	<u>20</u>	<u>27</u>	<u>28</u>	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>15</u>
6	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>15</u>	<u>36</u>	<u>16</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	<u>9</u>	<u>4</u>	<u>1</u>						
7	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>9</u>	<u>17</u>	<u>16</u>	<u>24</u>								
8	<u>16</u>	<u>10</u>	<u>17</u>	<u>20</u>	<u>27</u>	<u>28</u>											

FIG. 4.5.19.

El resultat en va ser la xarxa X6, que només difereix d'X3 en els diferents traçats de les línies 1 i 7, per bé que aquesta vegada mantenint-les totes dues. Com es veu al plànol de la figura 4.5.20, ara la línia 1 és en tot moment interior a la línia 7. A més, no va afegir-se el nus 15 al final de la línia 8, car s'havia comprovat que el rebutjava.

L'algorisme, doncs, prenia com a xarxa d'entrada l'X6 i la transformava en l'X7. Aquesta xarxa, vegi's la figura 4.5.22, ja acceptada com a definitiva tenia el cost mínim de totes les de la cadena (11,81881 min.), i no havia tocat gens la línia 1. Pel que fa a la línia 7, va modificar-la lleugerament



Modificació de les línies 1 i 7 en el pas d'X3 a X6.

FIG. 4.5.20.

## XARXA X6

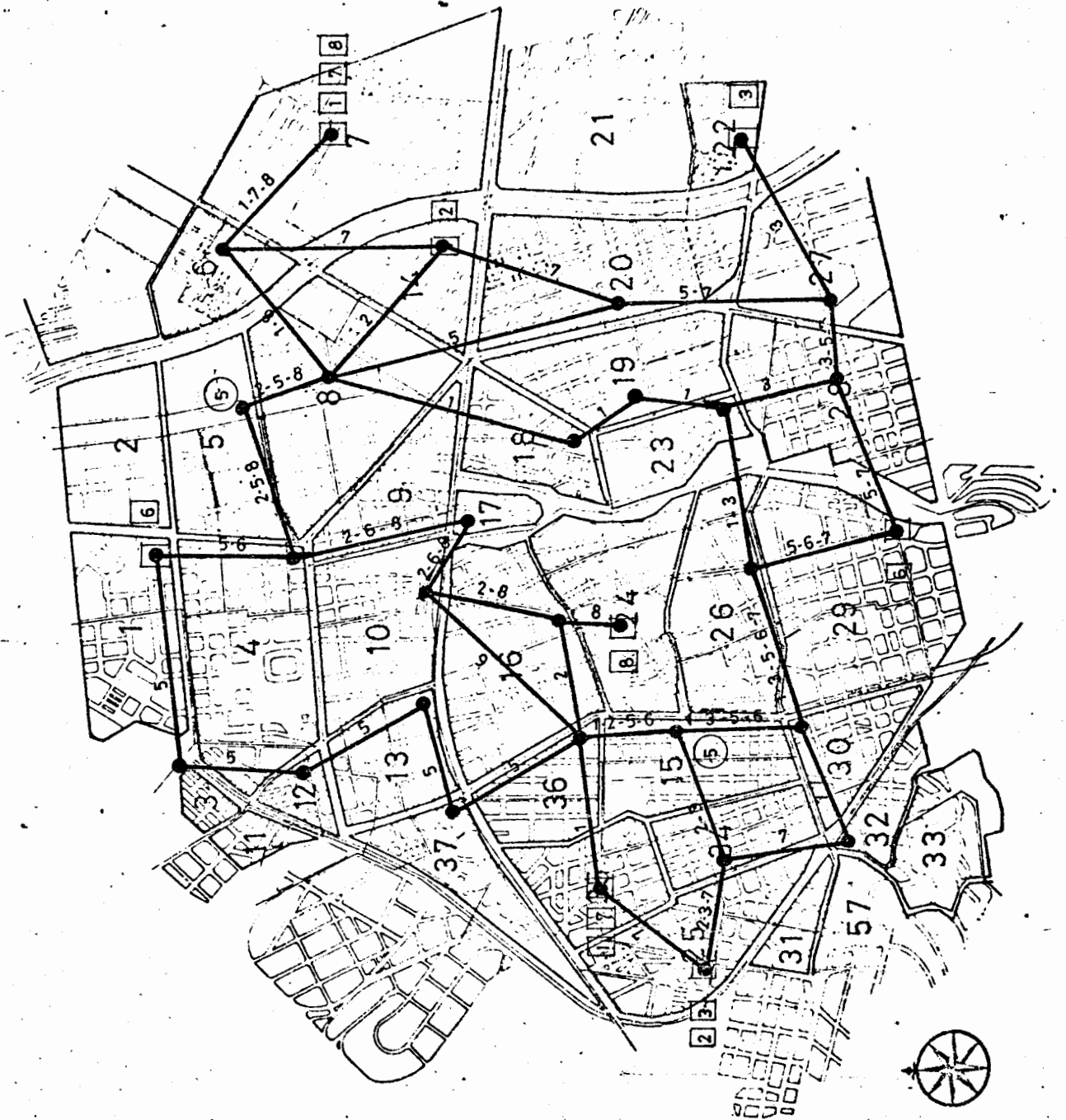
LÍNIA	NUSOS CONSTITUENTS																
1	7	6	8	18	19	23	26	30	15	36	35						
2	25	34	15	36	16	10	17	9	4	5	8	14					
3	25	34	15	30	26	23	28	27	22								
4	15	36	37	13	12	11											
5	15	36	37	13	12	3	1	4	5	8	20	27	28	29	26	30	15
6	29	26	30	15	36	16	10	17	9	4	1						
7	7	6	14	20	19	23	28	29	26	30	32	34	25	35			
8	7	6	8	5	4	9	17	10	16	24							

FIG. 4.5.21.

a l'angle Sud-Est, de manera que en comptes de passar pels nusos 19 i 23 la duia encara més enfora (nus 27). Es a dir, fent un abús de llenguatge, l'algorisme havia interpretat la intenció del decisor, i la completava. Com que la xarxa es donava per bona, va aplicar-se-li l'algorisme d'assignació, el qual, com ja havia fet amb la xarxa Y3, va suprimir la línia 4; en aquest cas, la sola zona que esdevé del tot incomunicada es l'11, ja que totes les altres queden servides per la línia 5.

Com a contrapartida, el cost millorà lleugerament (11,71629 min.), i els intervals obtinguts són força acceptables, ja que oscil·len tots ells de 4,25 minuts a 11,16 minuts, aquest darrer a la línia 6, amb una càrrega certament baixa.

Pel que fa a les demandes i a les càrregues per tram de cada línia, vegi's la figura 4.5.23, no hi ha gran cosa d'especial a remarcar quant a llur distribució. Així, la línia 5, com ja era de preveure, ofereix la uniformitat més gran, característica de les línies circulars. Si que sorprèn, però, la poca càrrega que hi ha als trams 7 - 6 en les tres línies que el contenen; recordi's que la xarxa actual no serveix aquesta zona. Vistos els resultats, s'assenyala la possibilitat de suprimir aquest tram en alguna de les 3 línies. La taula de la figura 4.5.24 mostra la capacitat mínima que requereixen els autobusos. Comparant-la amb l'Y3A, l'altra xarxa modificada de 25 autobusos, a X7A les capacitats són molt més baixes, car aquí, les màximes són de 43 autobusos. Es, també, molt semblant a la G4A, però en canvi força superior a X0A.



Xarxa X7A , de 50 autobusos.

FIG. 4:5.22.

ESTAT DE LA XARXA DESPRES DEL CANVI 4

LINIA * 1*		DEM. 2922	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		8	360	1146	1822	1780	1742	1545	1257	1193	610	40	40
INT.		5.25	7	8	18	19	23	26	30	15	36	36	35
LONG.		5.25											
LINIA * 2*		DEM. 4189	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		8	836	1200	1714	1922	2442	2207	2190	1938	1706	1390	152
INT.		4.25	25	34	15	36	16	10	17	17	4	5	8
LONG.		4.25											14
LINIA * 3*		DEM. 1295	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		4	355	562	761	804	843	732	245	237	227	22	22
INT.		7.63	25	34	15	33	26	23	28	27	27	22	22
LONG.		3.92											
LINIA * 5*		DEM. 4476	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		12	1265	1240	932	954	890	317	825	833	823	552	1307
INT.		5.30	15	36	37	13	12	3	1	4	5	8	20
LONG.		7.56											28
													29
													26
													30
ORD.16		17											
CAR.		1408											
NUS.30		15											
LINIA * 6*		DEM. 557	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		3	282	358	350	217	201	177	168	83	9	9	10
INT.		11.16	25	26	30	15	36	10	17	9	4	4	1
LONG.		4.19											
LINIA * 7*		DEM. 3100	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		9	134	857	912	1505	1489	1304	937	996	987	946	655
INT.		6.23	7	6	14	20	27	28	29	26	30	32	25
LONG.		7.12											35
LINIA * 8*		DEM. 2355	ORD. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
BUSOS		6	252	736	1332	1478	1572	1660	1643	1358	573	573	24
INT.		5.39	7	6	3	5	4	9	17	10	16	16	24
LONG.		4.04											

Xarxa modificada amb 50 autobusos.

## XARXA X7A

LINIA	TRAM MES OCUPAT	CARREGA	INTERVAL	CAPACITAT MINIMA BUS (places)
1	8 - 18	1822	5,25	43
2	16 - 10	2442	4,25	41
3	26 - 23	840	7,83	30
5	26 - 30	1428	5,30	34
6	26 - 30	358	11,16	18
7	20 - 27	1505	6,33	43
8	9 - 17	1660	5,39	40

FIG 4.5.24.

Ambdues coses són comprensibles, ja que la demanda absorbida per XOA és molt més baixa: només 11712 viatgers, enfront dels 23366 de l'X7A que ara es debat, servits per un nombre de línies semblant en tots dos casos. En canvi, la xarxa G4A, encara que amb 10 línies, té una demanda lleugerament superior: 24321 viatgers.

El darrer quadre, de la figura 4.5.25, assenyala els autobusos canviats durant l'algorisme; ultra endevinar-s'hi el fort paper jugat per la freqüència crítica, en desposseir la línia 4, cal notar que els canvis són més abundants ací que a G4A, car aquesta vegada es tractava d'una xarxa modificada i no generada, amb menys validesa de la hipòtesi d'interval idèntic per a totes les línies.



RELACIO DE LES UNICNS ENTRE PARELLS DE BUSOS  
\*\*\*\*\*

NO. LINES	NO. PARELLS DE BUSOS	DEMANDES		TOTAL
		NO ABSORBIDA	ABSORBIDA	
0	332	18304	0	18304
1	221	2633	12110	14793
2	72	1953	8393	10356
3	24	1099	2243	3342
4	2	172	516	688
5	2	142	102	245
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
<b>TOTALS</b>	<b>703</b>	<b>24365</b>	<b>23366</b>	<b>47731</b>

COMPARACIO D'ASSIGNACIONS  
\*\*\*\*\*

LINEA	BUSOS		SALDO
	INICIALS	FINALS	
1	7	8	1
2	6	2	4
3	5	4	1
4	3	0	-3
5	10	12	2
6	5	3	-2
7	9	9	0
8	5	6	1

Xarxa modificada amb 50 busos.

FIG. 4.5.25

## 4.6 COMPARACIO DE RESULTATS I CONCLUSIONS

Les pàgines precedents d'aquest capítol s'han dedicat a l'elaboració de diverses propostes de xarxa d'autobusos urbans per a la ciutat de Terrassa. A la figura 4.6.1. s'hi recullen, agrupades per a 25 i 50 busos.

Pel que fa al grup de 25 autobusos, la xarxa proposada H6A és la que ofereix un cost mínim i una demanda màxima. En canvi, la capacitat mínima requerida és netament més alta que la seva immediata següent, la xarxa Y3A; aquest punt pot ser perillós alguns moments d'irregularitat del servei, car no pot ser que no pugui absorbir-se tota la demanda, o bé que, com a contrapartida exigeixi unes esmerces injustificades de material mòbil. La tria, doncs, n'és evident.

Quant al grup de 50 autobusos, la xarxa millor, per bé que per poca diferència, és la X7A. Absorbeix, però, una demanda lleugerament inferior que la G4A; la capacitat dels autobusos és, si fa no fa, igualment acceptable en tots dos casos. Encara és menys clar, doncs, d'optar per una en concret.

El paper de la Investigació Operativa o, si més no, el dels models que aquí s'han aplicat, no pot anar gaire més enllà del paquet de propostes que acaben de condensar-se.

		NOM	COST MITJA	DEMANDA ABSORBIDA	LINIES	MAX CAPAC. REQUERIDA DELS BUSOS	LONG XARXA (km.)	
		Xarxa actual (18 busos)	-	15,33054	6212	9	57	33,954
XARXES 25 BUSOS	}	actual	Y0A	14,92334	8418	5	42	23,03
		generada	H6A	12,68136	18518	4	90	20,62
		modificada	Y3A	13,04531	16158	4	61	21,82
XARXES 50 BUSOS	}	actual	X0A	14,55201	11712	8	28	31,28
		generada	G4A	11,77768	24321	10	49	44,23
		modificada	X7A	11,71629	23366	7	43	36,71

FIG. 4.6.1.

La decisió d'optar definitivament per una, per cap o per una combinació de les xarxes descrites correspon als representants de les Associacions de Veïns o, potser més generalment, a totes les parts directament interessades en l'afair i, per tant obeeix a partir d'aquest moment a criteris diferents dels que fins ara n'han presidit l'elaboració; intertar d'introduir-s'hi, seria

ultrapassar conscientment l'abast que hom havia definit per al model. Si que és adequat de dir, però, que si la matriu de demanda i, en general les dades de partida són correctes, els models han aconseguit millores substancials en el transport públic de Terrassa; i per afirmar això, n'hi ha prou de mirar la taula de la figura 4.6.1.