



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

28
189

**Aplicación del Método Sistémico al Estudio
del Sistema Vial y de Transporte de Ciudad
Universitaria**

T E S I S

Que para obtener el título de :

I N G E N I E R O C I V I L

p r e s e n t a :

FERNANDO ROMO ROMO

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	pagina
RESUMEN	A
I.- INTRODUCCION	1
II.- UBICACION Y ANTECEDENTES HISTORICOS DEL SISTEMA	2
III.- ANALISIS DEL SISTEMA	3
B).- ANALISIS VIAL DEL ENTORNO DE 1er. ORDEN	5
C).- ANALISIS DE LOS USUARIOS	5
D).- ANALISIS DEL ENTORNO DE SEGUNDO ORDEN	15
D.1).- Sistema de Transporte Urbano-Autobuses	22
D.2).- Sistema de Transporte Colectivo-Metro	24
D.3).- Demanda Actual y Futura de Transporte en C.U.	26
IV.- EVALUACION EX-POST.	
A).- EVALUACION EX-POST DE ESTACIONAMIENTO	38
B).- EVALUACION EX-POST DE CIRCULACION	45
V.- DIAGNOSTICO CAUSA-EFECTO	43
VI.- IDENTIFICACION DE ACCIONES ALTERNATIVAS DE SOLUCION	
A).- Introducción	69
B).- Descripción y Fundamentación de las Variables par- ciales de Solución	71
VII.- EVALUACION EX-ANTE.	
A).- CONCEPTOS TEORICOS GENERALES	75
B).- OBTENCION DE INDICADORES DE IMPACTOS	76
VIII.- CONCLUSIONES	86
*- BIBLIOGRAFIA	88
*- INDICE DE TABLAS, GRAFICAS Y PLANOS	89

APLICACION DEL METODO SISTEMICO AL ESTUDIO DEL SISTEMA
VIAL Y DE TRANSPORTE DE CIUDAD UNIVERSITARIA

R E S U M E N

Con el propósito de que el lector del presente trabajo tenga una idea general del problema y las partes que lo integran, se procede a continuación hacer una descripción somera y objetiva del mismo.

En el primer capítulo se describe el Método aplicado para atacar el problema del Sistema, el cual es base fundamental y principal objetivo del trabajo.

Los capítulos siguientes corresponden a cada uno de los puntos que componen el Metodo Sistemico, comenzando en el Capitulo II con una ubicación geográfica y la evolución histórica del problema de vialidad y transporte en la Ciudad Universitaria.

El capítulo III trata del Análisis o descomposición y descripción de los elementos que componen al problema, el cual se lleva a cabo por partes excluyentes y complementarias. Primeramente se analiza al sistema vial y la vialidad inmediata a este. Después se definen a los diferentes usuarios por tipo de actividad en el sistema, su evolución en el tiempo y proyecciones o tendencias de crecimiento con sus gráficas correspondientes. También se determinan los porcentajes de población por los medios de transporte que utilizan y su distribución por turnos, siendo esto básico para estimar la evolución a mediano plazo de los diferentes medios de transporte, la cual se realiza al final de este capítulo, incluyendo sus gráficas. A continuación se describe la situación general de esta problemática en la ciudad, de la cual es una componente regional el sistema vial y de transporte en la C. U.; en esta sección se presentan, entre otros datos, los siguientes:

- Censos de población en el transcurso de los años.
- Evolución en número de los diferentes medios de transporte.
- Viajes/día generados para diferentes años y la participación de cada medio de transporte.
- Planes gubernamentales de Vialidad y Transporte.

El Capitulo IV trata la evaluación ex-post de la circulación y de la capacidad de estacionamiento, entendiéndose por esto la medición de la eficiencia del sistema, para determinar con bases analíticas si el diseño actual es suficiente para las condiciones actuales de funcionamiento. Para tal efecto se cuantifican la oferta y la demanda de estacionamiento, obtenidas en el Capitulo de Análisis correspondientemente, de cuya diferencia o comparación se observa un déficit creciente de estacionamiento a través de los años.

Para la evaluación de la circulación se obtiene el nivel de servicio de las vías y accesos de los circuitos del sistema, siendo este un criterio de medición cualitativa del efecto que pueden tener en la capacidad vial los diferentes factores que la componen, lo cual refleja implícitamente las condiciones físicas de la vía y de su flujo de vehículos. Con este fin se obtuvo la tabla No. 13, en la cual se puede apreciar que las vías estudiadas trabajan en un nivel de Servicio "F", representando éstas condiciones inaceptables de velocidad y congestión.

A continuación de la evaluación ex-post, se procede a realizar el diagnóstico causa-efecto o el cadenciamiento de búsqueda de las causas últimas que dan origen al problema. Para apoyarlo con fundamentos más objetivos, se obtienen gráficas de Oferta Vs Demanda de estacionamiento desagregadas por Facultades y áreas de influencia correspondientes. Estas dan una idea más concreta del problema en las diferentes zonas y circuitos de toda el área de estudio.

También se evalúan los niveles de servicio de los accesos correspondientes a las intersecciones más cercanas al sistema, cuyo problema de congestión y colas de espera repercute significativamente, teniendo estos un Nivel de Servicio "F".

Contando con el diagnóstico fundamentado, apoyado en parte con los datos del Capitulo de Análisis y considerando las obras recién construidas, en proceso de construcción y en proyecto, se pasó a elaborar un diseño global de solución.

Este Diseño global de solución contiene diversos componentes parciales de solución con cierta interacción entre ellas, las cuales se mencionan someramente a continuación:

- Prohibición de estacionamiento en un costado de las vías de los circuitos.
- Creación de estacionamientos suficientes para la absorción de el déficit futuro.
- Instauración de Rutas Internas de Autobuses para una mejor movilidad de los usuarios dentro del sistema.
- Creación de Pasos peatonales y paraderos de camiones sobre los circuitos.
- Recomendaciones en el entorno de 1er. orden.

En el Capítulo de la evaluación ex-ante se obtienen algunos índices que miden el impacto probable de cada una de las variables sugeridas, sobre los Usuarios y el resto de la población cercana al área de C. U. Estos indicadores son de diversa índole e involucran factores económicos, financieros, técnicos y ecológicos.

Las fases o pasos consecuentes del proceso: Selección, Implantación y Control, solo se mencionan y se da una referencia general de ellas, aun cuando son de gran importancia por constituir el objetivo Real y Final de un estudio de esta índole.

CAPITULE I
INTRODUCTION

I.- INTRODUCCION.

Para la elaboración del presente trabajo se hizo uso del método sistemico, el cual es fundamento del seminario de Planeación e Investigación de Operaciones impartido en La División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería por el Dr. FELIPE OCHOA ROSSO, creador del mismo.

El método sistemico es un proceso estructurado general de solución de problemas de sistemas productivos. Dicho proceso tiene 2 estructuras diferentes de acuerdo con el tipo de problema que se trate, así estos reciben los nombres de: PROCESO PARA PROBLEMAS OPERACIONALES y PROCESO PARA PROBLEMAS DE PLANEACION, siendo problemas operacionales aquellos en que se requiera un mejoramiento o modificación del sistema y problemas de planeación aquellos en que se requiera una expansión, contracción o creación de un sistema.

Se entiende por modificación o corrección de un sistema cuando este no cumple sus objetivos, es decir que no es eficaz o no logra hacer efectivos sus propósitos. Por mejoramiento de un sistema cuando este si logra sus propósitos pero no en una forma eficiente, reflejándose esto en la utilización de recursos en exceso; estos últimos tienen 2 caminos para su solución: disminuyendo los recursos con los mismos objetivos o aumentando los objetivos manteniendo los mismos recursos, como sea más conveniente según cada caso.

La descripción de los procesos se desarrolla a continuación:

"PROCESO DE SOLUCION DE PROBLEMAS OPERACIONALES"

- 1.- UBICACION DEL SISTEMA
- 2.- ANALISIS DEL SISTEMA
- 3.- EVALUACION EX-POST DE RESULTADOS
- 4.- DIAGNOSTICO CAUSA-EFECTO
- 5.- IDENTIFICACION DE OPCIONES DE CORRECCION O DE MEJORAMIENTO
- 6.- EVALUACION EX-ANTE DE LOS IMPACTOS PROBABLES DE LAS OPCIONES
- 7.- SELECCION DE LA OPCION A IMPLANTAR
- 8.- IMPLANTACION
- 9.- CONTROL DE RESULTADOS

CAPITULO II

UBICACION Y ANTECEDENTES HISTORICOS DEL SISTEMA.

"PROCESO DE SOLUCION DE PROBLEMAS DE EXPANSION Y NUEVA CREACION"

- 1.- UBICACION DEL SISTEMA
- 2.- ANALISIS DEL SISTEMA EXISTENTE O DEL ENTORNO DEL NUEVO SISTEMA
- 3.- ELABORACION DE DISEÑOS ALTERNATIVOS DEL SISTEMA
- 4.- EVALUACION EX-ANTE DE LOS DISEÑOS
- 5.- SELECCION
- 6.- IMPLANTACION
- 7.- OPERACION Y CONTROL

II.- UBICACION Y ANTECEDENTES HISTORICOS DEL SISTEMA.

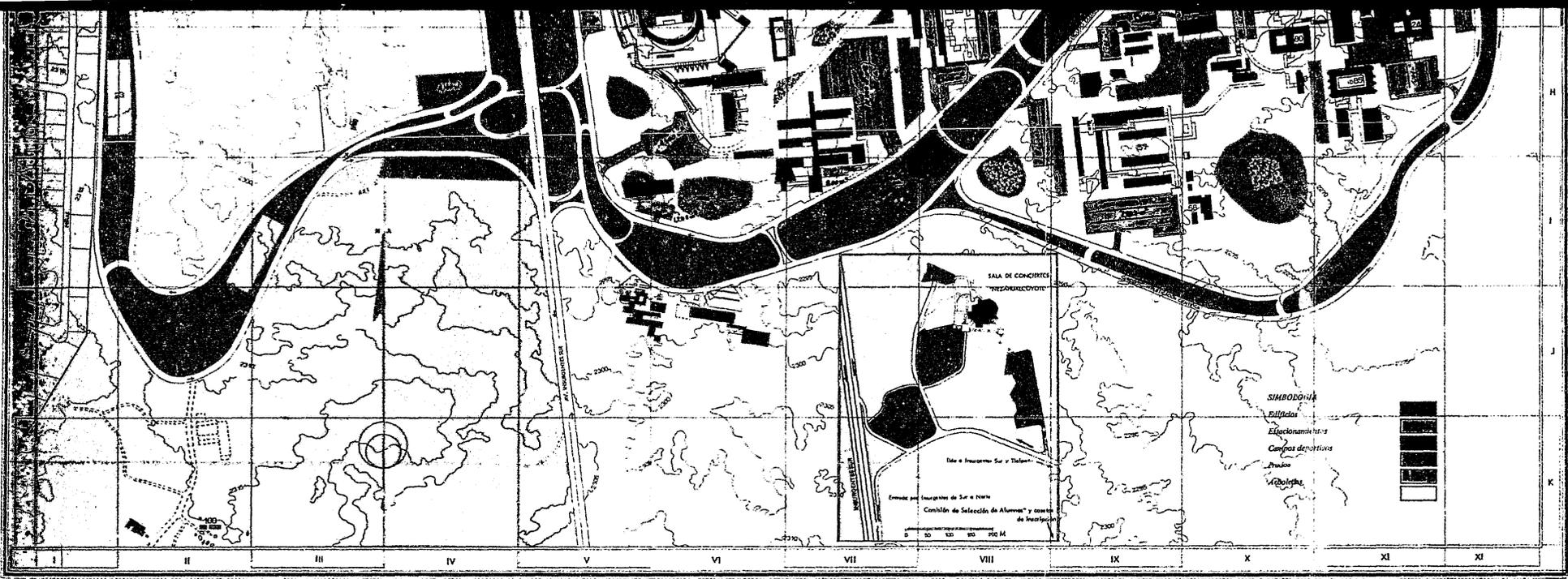
La Ciudad Universitaria es la zona de instalaciones educativas a nivel profesional de más importancia en la Republica Mexicana, así como del resto de instalaciones de la UNAM. Esta enclavada en la zona del pedregal de San Angel, al sur de la ciudad de México.

En 1942 la Universidad Nacional Autonoma de México adquirió los terrenos del Pedregal de San Angel, durante la presidencia del general Manuel Avila Camacho y el rectorado del Licenciado Brito Foucher.

En tiempos del Doctor Zubiran, 1947, se hizieron maquetas. La posibilidad de la construcción empezo a verse como algo mucho más probable, dado el interés que mostro, al tomar posesión de la primera Magistratura, el Licenciado Miguel Aleman Valdes.

La construcción de la Ciudad Universitaria se empezo en 1950.

El costo de la totalidad de las obras, llego a casi los 200 millones de pesos. La superficie ocupada fue de 7.3 millones de metros cuadrados, y la urbanizada de 3.8 millones de metros cuadrados. Esta última se ha ido aumentando con el transcurso de los años debido a las necesidades crecientes de profesionistas, así como para satisfacer de educación profesional a la población en crecimiento.



EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS		EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS		EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MUSEOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA			
No.	EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS	No.	EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS	No.	EDIFICIOS Y DEPENDENCIAS			No.	MUSEOS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA	Edificio	Localización
1	Alcaldía General (Torre de la Rectoría) D-V	1	Dirección General de Presupuesto por Programa (Torre de la Rectoría) D-V	86	Instituto de Física, Taller General H-XI		La primera Universidad de México fue creada por Real Cédula de 21 de	72	El Museo de la Ciudad	Edificio	
2	Administración Escolar (Torre de la Rectoría) D-V	15	Dirección General de Adquisiciones B-VI	87	Instituto de Física, Laboratorio de Partículas H-XI		septiembre de 1551, expedida por Carlos V de España.	73	El Museo prehispánico	16 Biblioteca Central	CV
3	Alberca de la C.U. E-VI	15	Dirección General de Procedimientos B-VI	88	Instituto de Geografía G-XI		La Real y Pontificia Universidad de México, que inauguró sus ramos el	74	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
4	APIC (Asociación de Profesores e Investigadores de Carrera) E-III	15	Dirección General de Asuntos Jurídicos B-VI	89	Instituto de Geografía F-XI		25 de enero de 1553, fue suprimida, en cumplimiento al decreto expedido el 19 de	75	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
5	ARHUES (Asociación Nacional de Universidades de Enseñanza Superior) F-V	15	Dirección General de Difusión Cultural (Torre de la Rectoría) D-V	90	Instituto de Geología G-XI		octubre de 1833, durante el gobierno de Juan Manuel Gómez Farías.	76	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
6	Auditorio del Centro Histórico F-V	1	Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (Torre de la Rectoría) D-V	91	Instituto de Geología, Vitrina G-XII		Ye con otros tendencias, sumándose en usos sociales, políticos, e-	77	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
7	Auditorio del Instituto de Estudios Monetarios D-IX	1	Dirección General de Información y Relaciones (Torre de la Rectoría) D-V	92	Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Hidráulica F-VIII		conditas y culturales diferentes a las que se vieron antes a iniciativa del Lic. -	78	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
8	Auditorio de la Escuela Nacional de Arquitectura E-VI	15	Dirección General de Interacción Académica Cultural B-VI	93	Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Vías Terrestres F-VI		Justo Sierra, ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes, y en cumplimiento a decreto	79	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
9	Auditorio de la Facultad de Ciencias D-VII	28	Dirección General de Organización Vocacional D-VI	94	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		del 24 de mayo de 1910, en virtud del cual se fundó la Universidad Nacional de	80	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
10	Auditorio de la Facultad de Derecho C-VI	35	Dirección General de Planificación B-VI	95	Instituto de Ingeniería, E-VIII		México, éste fue inaugurado el 22 de septiembre del mismo año, como dependencia	81	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
11	Auditorio de la Facultad de Ingeniería E-VII	45	Dirección General de Personal B-V	96	Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Hidráulica F-VIII		del propio ministerio, el cual siguió operando hasta el 23 de mayo de 1929, cuando	82	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
12	Auditorio de la Facultad de Medicina D-IX	35	Dirección General de Publicaciones B-VI	97	Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Vías Terrestres F-VI		se le concedió la autonomía.	83	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
13	Auditorio de la Facultad de Química E-VIII	44	Dirección General de Servicios Auxiliares B-VI	98	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		Con sus características de autonomía, sus dependencias continúan en -	84	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
14	Auditorio "Justo Sierra" de la Torre de Humanidades No. 1 C-V	41	Dirección General de Estudios Superiores B-VI	99	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		distintos edificios de la ciudad, si bien las funciones administrativas fueron centralizadas	85	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
15	Bezas, Comisión de Oficinas Administrativas No. 2 B-VI	47	Dirección General de Estudios Superiores de Economía y Ingeniería Nuclear C-VIII	100	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		en el edificio que ocupaba la Escuela Nacional Preparatoria, antiguo Colegio de	86	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
16	Biblioteca Central C-VI	48	División de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	101	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		San Alfonso en la calle de Justo Sierra	87	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
17	Campus de Bismil F-8	5	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	102	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		La construcción de Ciudad Universitaria, en terrenos del Pedregal de -	88	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
18	Campus de Fóvil F-VI	23	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	103	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		San Ángel, se inició el 5 de julio de 1929 y fue inaugurada en 1934.	89	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
19	Campus de Tia G-VI, H-3	59	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	104	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		De entonces, hasta la fecha sus instalaciones se han incrementado en	90	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
20	Campus de Tia con Arca y Flecha F-V, H-III	53	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	105	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		gran número, acorde con las necesidades de cada día más acelerado crecimiento de	91	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
21	Centro de Ciencias de la Atmósfera G-XI	54	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	106	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		la población universitaria y con los requerimientos de la educación superior.	92	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
22	Centro de Ciencias del Mar y Limnología, del Instituto de Biología F-X	55	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	107	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		En el momento del cambio a Ciudad Universitaria, la Universidad Nacio-	93	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
23	Centro de Dietética (Oficina Administrativa No. 2) B-VI	56	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	108	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		nal Autónoma de México tenía una población de 33 426 alumnos y 9 372 docentes.	94	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
24	Centro de Energía Nuclear H-IX	57	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	109	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		Al finalizar el mes de 1976, la población docente era de 236 753 alumnos; el personal	95	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
25	Centro de Estudios de Lengua Extranjera D-VIII	58	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	110	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII		docente a 12 964 y al de 1977 a 19 998.	96	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
26	Centro de Estudios Literarios, Biblioteca Central C-VI	59	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	111	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			97	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
27	Centro de Estudios sobre la Universidad F-V	60	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	112	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			98	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
28	Centro de Información Científica y Humanística G-XI	61	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	113	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			99	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
29	Centro de Instrucción C-VI	62	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	114	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			100	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
30	Centro de Investigación de Materiales H-IX	63	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	115	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			101	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
31	Centro de Investigación de Materiales H-IX	64	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	116	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			102	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
32	Centro de Servicios de Computo (CIBAS) E-IX	65	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	117	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			103	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
33	Centro Histórico E-VI	66	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	118	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			104	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
34	Centro Urbano para Mujeres G-III	67	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	119	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			105	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
35	Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistema y servicios (CIBAS) E-IX	68	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	120	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			106	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
36	Clinica Dental F-XI	69	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	121	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			107	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
37	Comisión del Plano Regulador B-VI	70	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	122	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			108	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
38	Comisión de Estudios (Torre de la Rectoría) D-V	71	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	123	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			109	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
39	Comisión General (Torre de la Rectoría) D-V	72	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	124	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			110	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
40	Coordinación del Colegio de Ciencias y Humanidades F-V	73	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	125	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			111	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
41	Coordinación de Humanidades (Torre de Humanidades No. 2) C-VI	74	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	126	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			112	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
42	Coordinación de la Investigación Científica G-XI	75	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	127	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			113	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
43	Correa, Oficina de C-VI	76	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	128	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			114	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
44	Departamento de Archivo (Torre de la Rectoría) D-V	77	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	129	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			115	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
45	Departamento de Bancos E-VI	78	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	130	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			116	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
46	Departamento de Computación Escolar D-V	79	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	131	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			117	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
47	Departamento de Construcción de Edificios B-VI	80	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	132	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			118	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
48	Departamento de Construcción de Edificios B-VI	81	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	133	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			119	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
49	Dirección General de Actividades Deportivas y Recreativas E-VI	82	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	134	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			120	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
50	Dirección General de Actividades Sociales, Culturales, Centro de Información Científica y Humanística D-VI	83	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	135	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			121	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
		84	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	136	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			122	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV
		85	Escuela Nacional de Estudios Superiores de Ingeniería F-VIII	137	Instituto de Ingeniería, Oficina Administrativa E-VIII			123	El Museo de la Ciudad	16 Biblioteca Central	CV

POR MIRAZA NAJARA F. CRISTINA

PLAN, se elabora por el Ing. Carlos González de León G. basado en el formato por el Lic. Alberto López de Arce, A. 1987. Se han hecho los cambios necesarios por el Lic. Carlos González de León y la Comisión de Planeación de la UNAM.

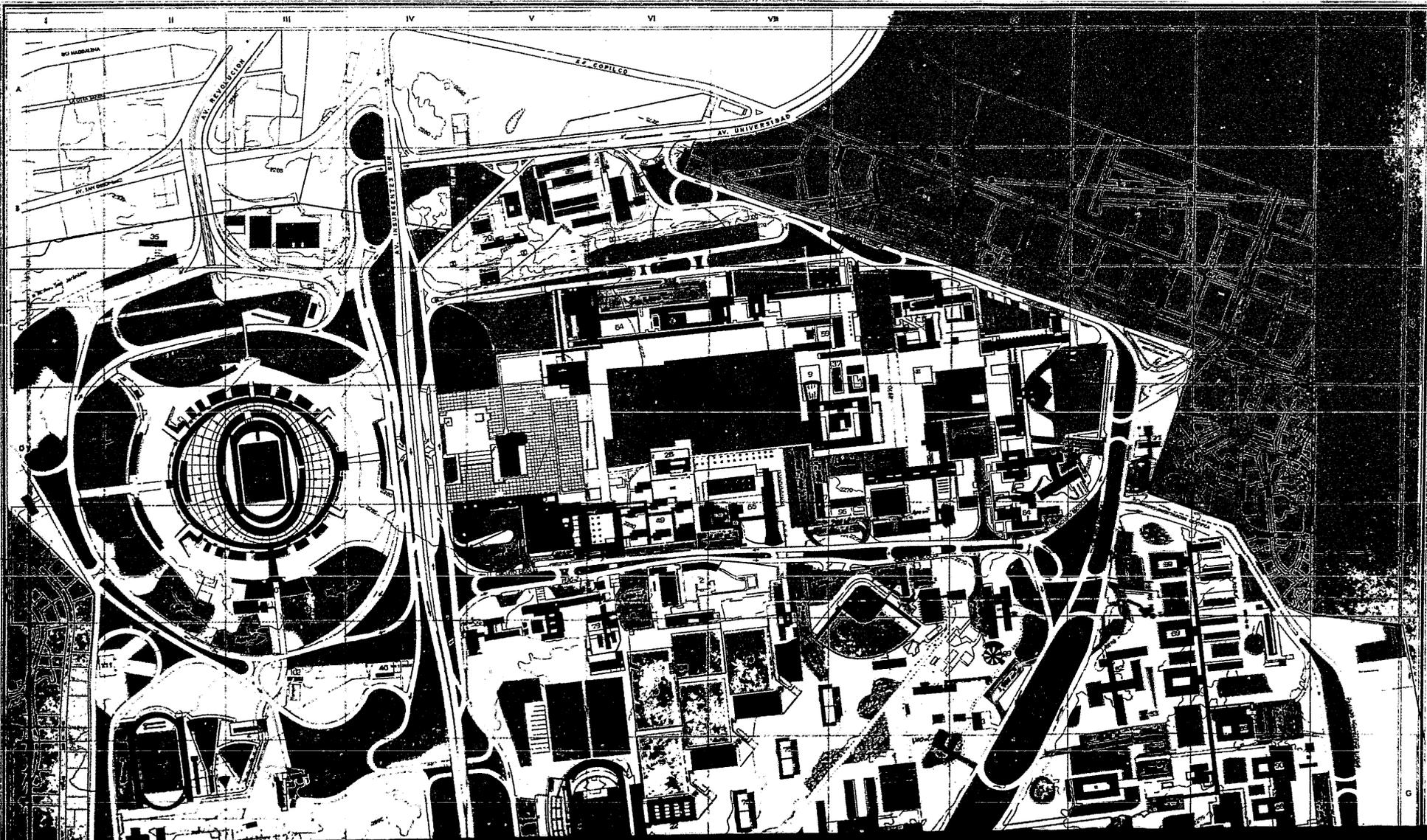
Revisión: Carlos José Vega
 1. de 1987, 1. de 1987



INSTITUTO DE GEOGRAFIA
DIRECTORA
DRA. MA. TERESA GUTIERREZ DE MAGGREGOR

CIUDAD UNIVERSITARIA.
Universidad Nacional Autónoma de México.

ESCALA 1:4000
0 50 100 200 300 M
EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL. 5 m.

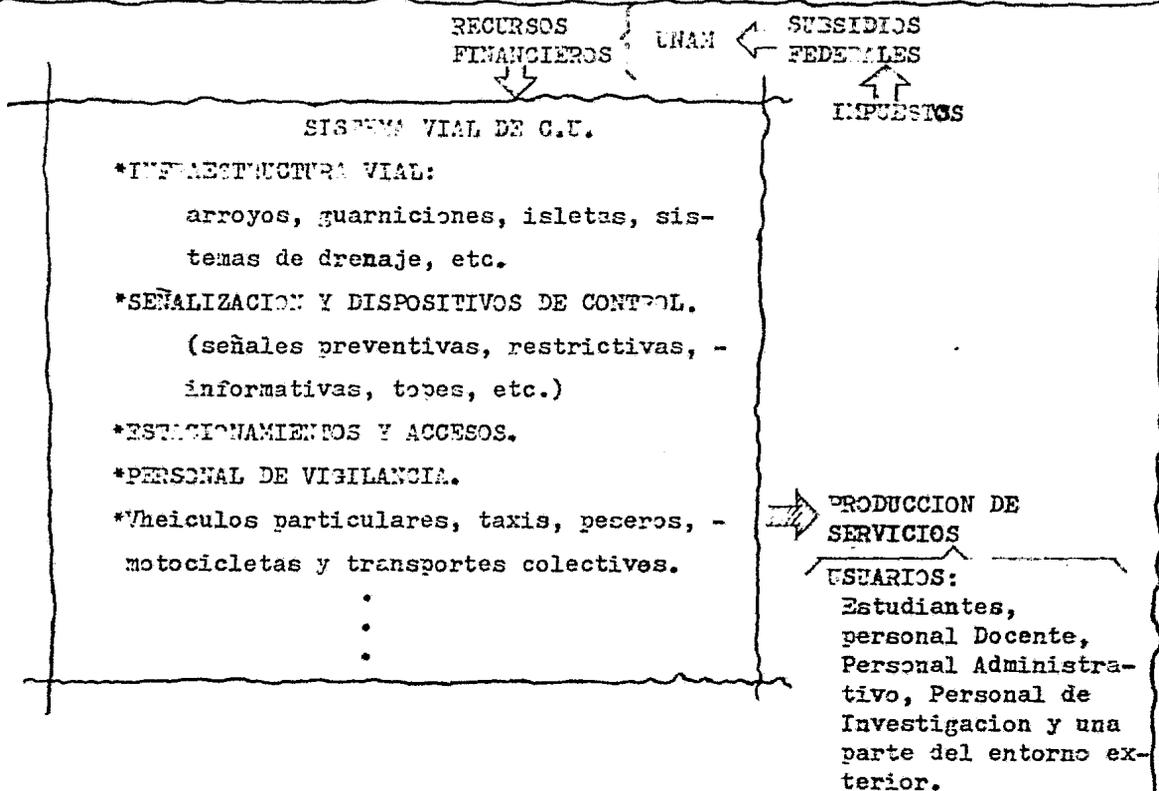


CAPITULO III

ANALISIS DEL SISTEMA

III.- ANALISIS DEL SISTEMA.

Un esquema simplificador del sistema sería el siguiente:



ENTORNO DE 1er. ORDEN

IV.- ANALISIS DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL SISTEMA.

El sistema vial de Ciudad Universitaria está compuesto por un conjunto de circuitos que circunscriben 5 grandes áreas teniendo - intercomunicación entre ellos. Para el objetivo de este estudio - les asignaremos a cada circuito un número, quedando definido de la siguiente manera:

CIRCUITO # 1.- Circunscribe un área de 60 Ha. aproximadamente, conteniendo la zona de los campos deportivos el condominio de - profesores, por el lado oeste colinda con los terrenos del Pedregal de San Ángel, del lado sur pasa cercano al jardín Botánico, su límite este es Av. de los Insurgentes y del lado norte colinda con el circuito # 2 siendo este tramo común a ambos circuitos.

CIRCUITO # 2.- Circunscribe un área aproximada de 24 Ha., conteniendo al estadio Universitario y lo delimitan la Av. de los Insurgentes al este, el tramo común del circuito # 1 al sur, límites con el pedregal de San Angel al oeste y el tramo norte comunica a Insurgentes con la Av. San Jeronimo.

CIRCUITO # 3.- Circunscribe un área aproximada de 66.4 Ha., conteniendo a la Division de Estudios Superiores de Ingeniería, el Anexo de Ingeniería y la Fac. de Administración y Comercio en su zona sur y sureste, el estadio de practicas en la zona oeste; el tramo de circuito correspondiente a esa zona tiene conexiones directas con el circuito # 1 y es paralelo a Insurgentes. Todo el tramo de circuito correspondiente a las zonas anteriormente mencionadas, también recibe el nombre de circuito exterior. El cierre del circuito es por medio del tramo denominado también circuito escolar, el cual es adyacente a el circuito # 4 y de importancia relevante, debido a los problemas que en el se generan.

CIRCUITO # 4.- Este circuito se encuentra en el noreste de Ciudad Universitaria y es el de más años de servicio. Circunscribe un área aproximada de 64 Ha., conteniendo todos los edificios más antiguos de Ciudad Universitaria. Lo forman el tramo adyacente al circuito anterior en su zona sur, un tramo paralelo a Insurgentes en su zona oeste pasando enfrente de la torre de Rectoria, ramificándose posteriormente en su extremo norte en 2; uno de union con Av. Universidad y el otro paralelo a Av. Universidad, delimitando un área, que puede considerarse un pequeño circuito dentro del circuito # 4. El otro tramo noroeste y este delimita la frontera con la colonia adyacente y también es conocido como paseo de las Facultades.

Este circuito es el de mayor importancia en este estudio, debido al mayor número de problemas que en el se presentan, así como por la importancia de los accesos que este contiene, ya que son los de mayor demanda de capacidad.

CIRCUITO # 5.- Es el de más reciente construcción y es conocido con el nombre de circuito de Investigación Científica, es adyacente al circuito exterior en su tramo oeste, circunscribe un área aproximada de 48 hectáreas y contiene a los edificios de más

reciente construcción. Este circuito debido a la función de la mayoría de las instalaciones que en él se encuentran, así como por su aislamiento de comunicación con otras zonas, carece de problemas.

B).- ANALISIS VIAL DEL ENTORNO DE 1er. ORDEN.

El Sistema Vial de Ciudad Universitaria está comunicado directamente con el sistema Vial exterior por medio de 5 importantes avenidas: Av. San Jerónimo y Av. Revolución al noroeste; Av. Insurgentes que lo divide a lo largo de norte a sur, teniendo flujo de vehículos por ambos lados, pero con preponderante importancia el acceso norte; Av. Universidad que llega con un sentido norte-sur y se desvía en dirección este-oeste, sirviendo a la vez de límite fronteriza norte y teniendo 2 accesos a él; y Av. Cerro del Agua en su zona noreste, formando un ángulo de 45° aproximadamente con la línea este-oeste, teniendo esta un gran flujo de vehículos con origen destino predominante del centro y oriente de la ciudad a la zona referida. La Av. Copilco intercepta y une a estas cuatro últimas en una zona muy próxima al sistema.

Dentro de los planes de construcción de ejes viales que contempla el Plan Rector de Vialidad y Transporte del D.F. (ver pags. referentes al análisis del entorno de 2o. orden), están proyectados 2 que cruzan las zonas y confluyen a los circuitos de la Ciudad Universitaria y 2 en su entorno de 1er. orden.

El primero en importancia es de dirección oriente-poniente, posiblemente con ese mismo sentido, cruza las colonias de Pedregal de Sta. Ursula, Ajusco y entra a los terrenos de C.U. por la Av. Ignacio Pavón entroncando con el circuito de Investigación Científica y pasando enfrente de la Facultad de Ciencias, doblando sobre el circuito exterior y abandonándolo a la altura de las instalaciones de la Universidad Abierta, cruzando perpendicularmente la Av. Insurgentes Sur y dando una pequeña deflexión hacia el Suroeste sobre el área del Jardín Botánico y saliendo de los terrenos de C.U. al Pedregal de San Angel por el Blvr. Cataratas.

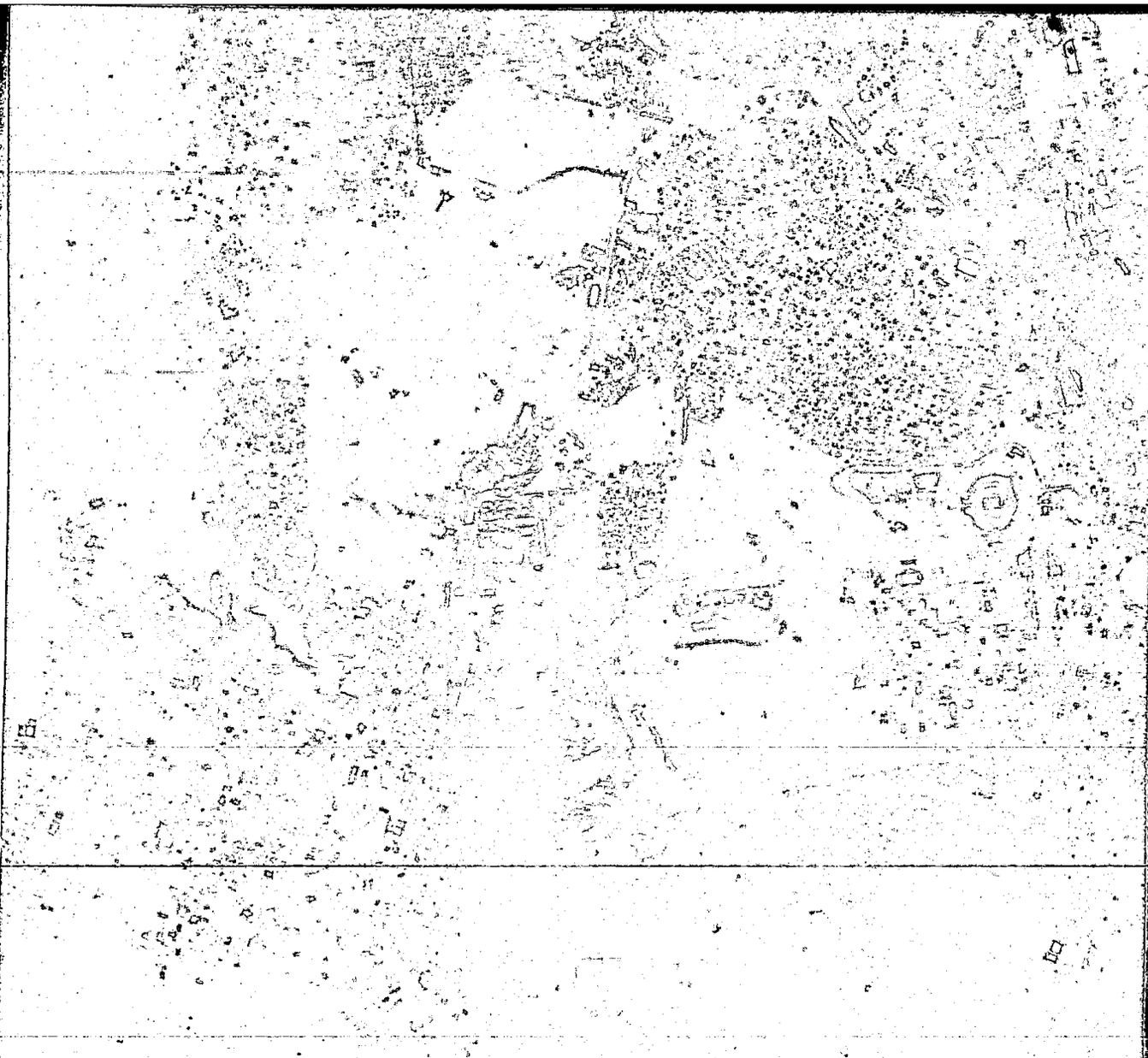
El segundo en importancia con dirección norte-sur y con sentido probable de sur a norte llega por Av. Revolución, la otra Banda, entronca con el circuito # 2 cerca de la tienda UNAM, pasando sobre este y sobre un tramo del circuito # 1 en sus zonas fronterizas con la colonia adyacente y dejándolo en el quiebre en forma de "U" localizada en su zona sur de este último, cruzando el Jardín - Bótanico en forma rectilínea y dejando los terrenos de C.U. por la Av. Zacatepeñal.

Otro con dirección Poniente-oriente y posiblemente con ese sentido, esta proyectado sobre la Av. Copilco haciendo un pequeño quiebre en la Av. Cerro del Agua, para tomar inmediatamente la misma dirección por la Av. de las Torres, continuando en esa dirección hasta la calzada México-Tulyehualco.

El cuarto con posible sentido oriente-poniente cruza o termina en el periférico, con una orientación oblicua a travez de la - col. Batán Viejo, pasando por el Jardín del Arte Arteaga, Plaza Sn. Jacinto, Plaza del Carmen, Monumento Alvaro Obregón, entroncando y tomando el curso de Av. Miguel Angel de Quevedo.

C).- ANALISIS DE LOS USUARIOS.

Los usuarios se pueden clasificar de acuerdo a las funciones que desempeñan en C.U.; teniendo así al alumnado, personal Docente, de Investigación y Administración, cuya población es censada por el Departamento de Estadística de la UNAM y publicada en los anuarios estadísticos, de donde se extrajeron los siguientes datos:



ESTERNALE E CO. DE MEMORIAS SIG. N. 10000 JUNIO 1952

7-7 No

TABLA # 1

POBLACION ESTUDIANTIL

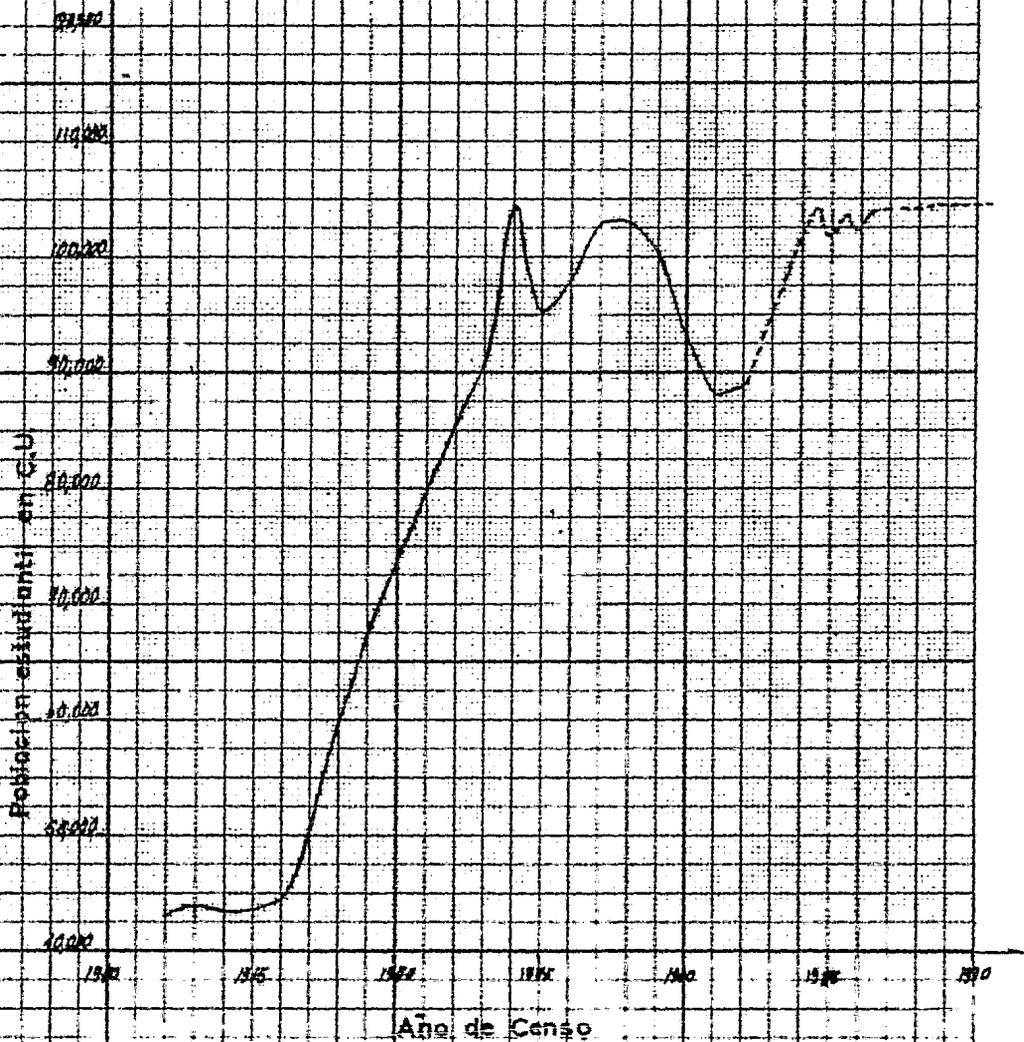
EN C.U.	AÑO
43,066	1962
43,349	1963
43,322	1964
44,414	1966
50,968	1967
85,898	1972
90,496	1973
104,474	1974
95,231	1975
93,067	1976
102,734	1977
102,861	1978
100,373	1979
93,258	1980
93,129	1981
88,851	1982

POBLACIONES COMPLEMENTARIAS DE C.U. EN 1981

SECTOR	POBLACION	PORCENTAJE
No. Personal de Investigación	1,329	7.1%
No. personal Docente	9,777	52.2%
No. personal de Administración	7,615	40.7%
TOTAL DE C.U.	18,721	100.0%

De la Figura # 1 de la siguiente hoja se puede observar el tipo de curva que determina la variación de población estudiantil en C.U. a través de los años, notándose en su primer tramo un movimiento secular o de larga duración en crecimiento llegando a un pico en el año de 1974, a partir de aquí se torna en una curva de movimientos cíclicos sin una periodicidad aparente.

Ahora sí consideramos la situación actual en que se espera un incremento en las cuotas de las Universidades particulares para el periodo escolar 1983-1984 con una probable tendencia de crecimiento y en base a la política de descentralización que esta llevando a cabo la UNAM por medio de las Unidades multidisciplinarias, se puede pensar en un crecimiento de la población estudiantil del tipo representado por las líneas punteadas en la figura # 1.



Año de Censo

Figura No.1

Fuente: Anuarios Estadísticos, publicados por el Departamento de estadística de la UNAM.

A mediano plazo o sea de 5 a 10 años se puede esperar como una población estudiantil límite o tope la alcanzada en 1974, que para fines prácticos se redondea a 104,500 estudiantes. Para el resto de la población, Investigación Docencia y Administración - podemos esperar un incremento proporcional al del estudiantado, del 15% aproximadamente, resultando en forma aproximada un total de - 22,000. Ahora pensando que se incrementará en mayor proporción el personal de Investigación que los otros 2 grupos, debido a las nuevas instalaciones del circuito de investigación científica y a la necesidad de creación de tecnología nacional, tendríamos:

POBLACIONES ESTIMADAS A MEDIANO PLAZO "1990"

SECTOR	POBLACION	PORCENTAJE
No. Personal de Investigación	2,640	12 %
No. personal Docente	11,000	50 %
No. personal de Administración	8,360	38 %
TOTAL DE C.U.	22,000	100 %

Ahora en base a unas series cronologicas globales de la UNAM de los personales anteriormente mencionados y de los porcentajes correspondientes a C.U. obtenidos de tablas más específicas, se obtienen series cronologicas correspondientes a C.U., en donde se consideran igualmente las proyecciones anteriormente obtenidas (ver figuras 2, 3 y 4 de las siguientes hojas); los porcentajes aludidos se exponen a continuación:

Personal Administrativo de C.U. = 35 % del total
 Personal Docente de C.U. = 35 % del total
 Personal de Investigación de C.U. = 63 % del total

↑
 porcentajes de graficas y datos
 de los Anuarios Estadísticos

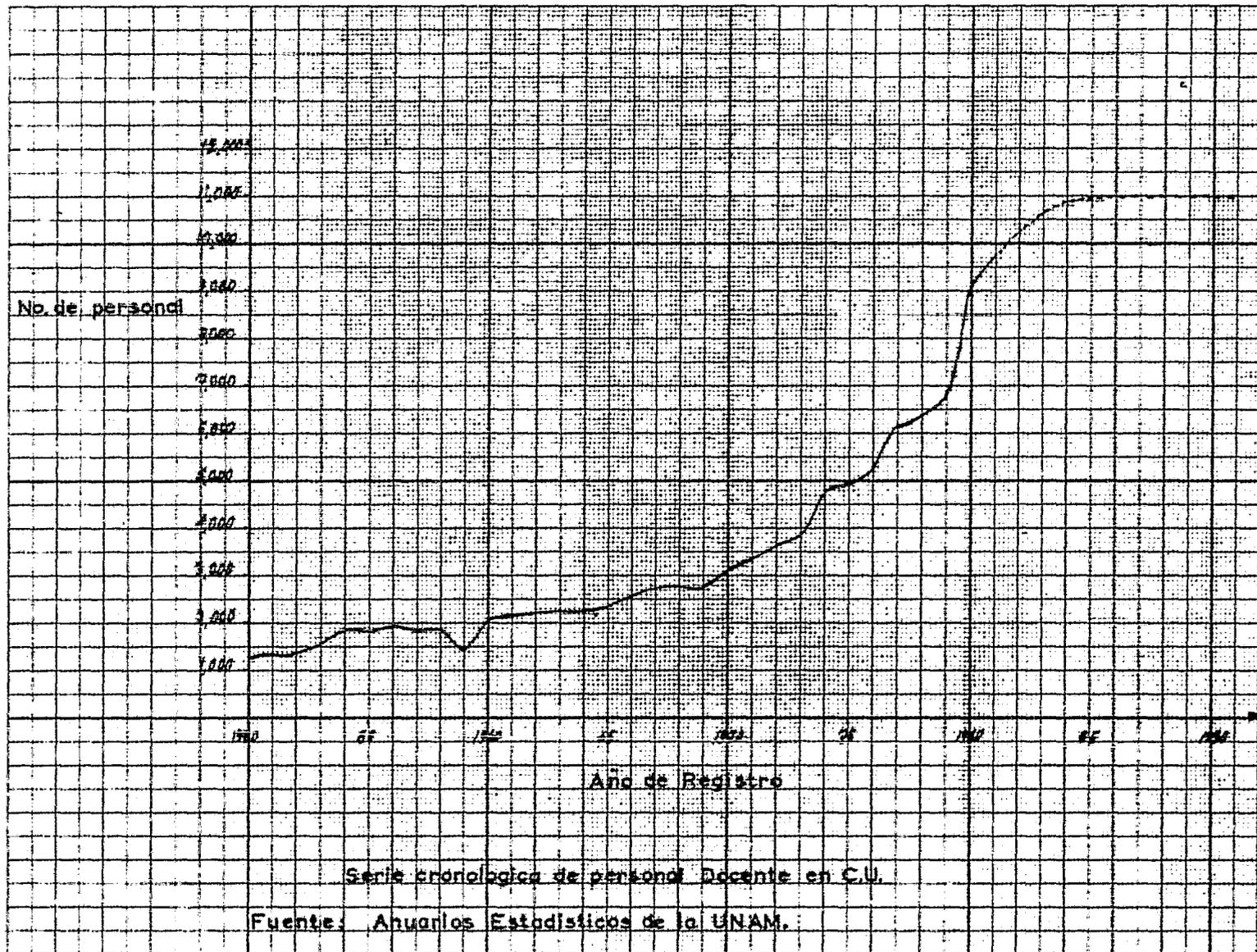
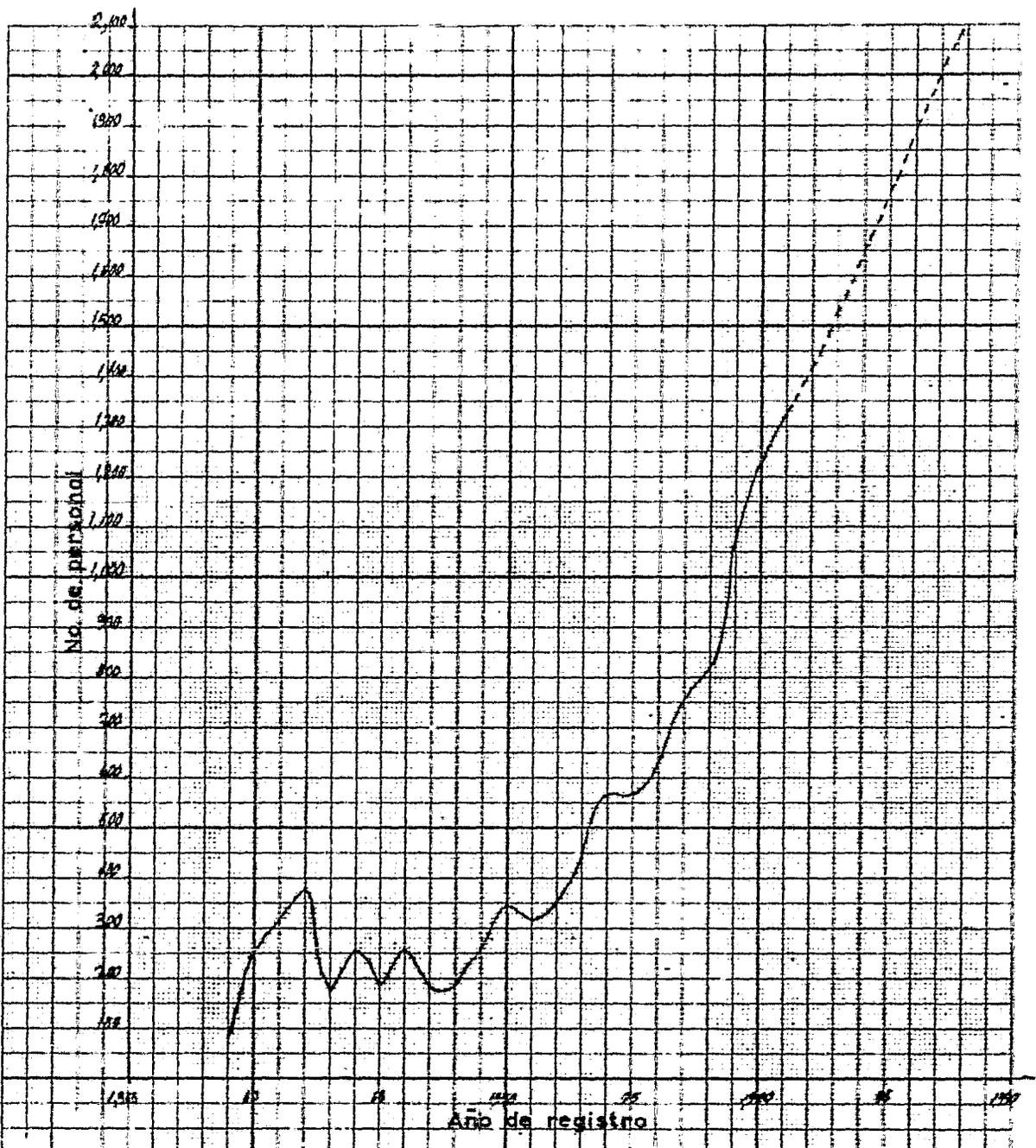


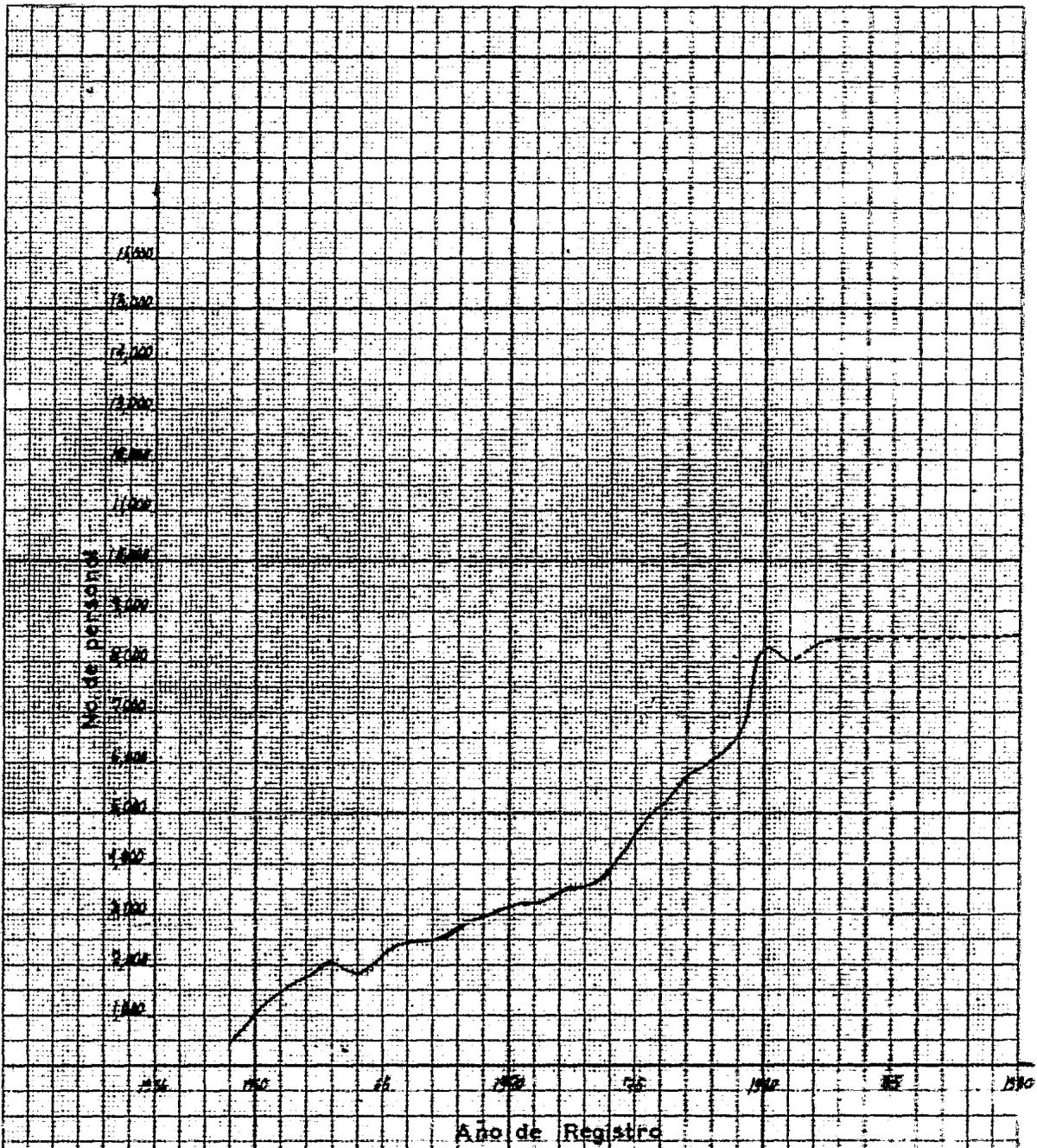
Fig. No. 2



Serie cronológica de personal de Investigación en C.U.

Figura No. 3

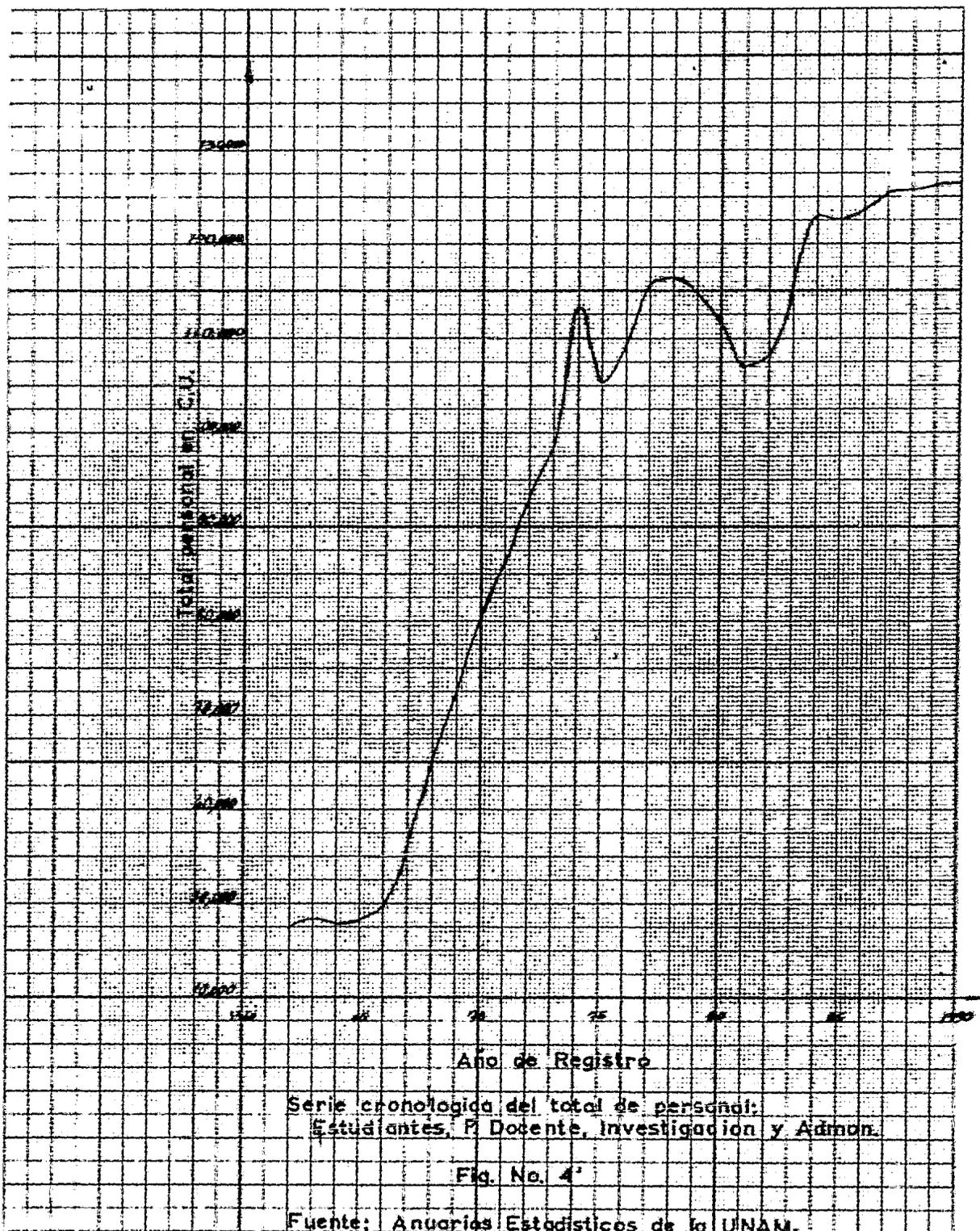
Fuente: Anuarios Estadísticos de la UNAM.



Serie cronologica de Personal Administrativo en CU.

Figura No. 4

Fuente: Anuarios estadísticos de la UNAM.



En el anuario tambien se considera el medio de transporte que el alumnado utiliza desde su lugar de residencia hasta C.U. exponiendose en la siguiente tabla:

TABLA # 2

AÑO	CAMION	AUTOMOVIL	PESERO	TAXI	MOTOCICLETA	OTROS MEDIOS
1962	36,096 0.835%	5,605 0.13%	879 0.02%		212 0.005%	274 0.01%
1963	36,709 0.83%	5,540 0.13%	1,176 0.025%		290 0.01%	134 0.005%
1964	35,436 0.82%	6,096 0.14%	1,038 0.02%		278 0.006%	474 0.014%
1966	36,492 0.82%	6,876 0.15%	499 0.01%		94 0.01%	453 0.01%
1967	39,927 0.78%	8,613 0.17%	1,219 0.024%		465 0.01%	744 0.016%
1973	66,931 0.73%	17,186 0.19%	6,190 0.07%	189 0.01%		
1975	74,509 0.78%	17,396 0.18%	1,876 0.02%	283 0.005%	143 0.004%	1,024 0.011%
1976	77,667 0.79%	17,660 0.177%	1,596 0.02%	74 0.001%	155 0.002%	915 0.01%
1977	78,575 0.76%	18,751 0.18%	3,401 0.03%	119 0.005%	687 0.01%	1,201 0.015%
1978	79,198 0.77%	17,663 0.17%	3,101 0.03%	179 0.004%		2,720 0.026%
1979	73,611 0.73%	16,764 0.17%	7,102 0.07%			2,896 0.03%
1980	65,998 0.70%	16,220 0.17%	8,289 0.09%			2,746 0.04%
	AUTOBUS	METRO-AUTOBUS	AUTOBUS-PESERO	METRO*PESERO	AUTOMOVIL	OTROS MEDIOS
1981	35,103 0.40%	23,611 0.27%	1,000 0.01%	8,289 0.09%	18,502 0.21%	1,624 0.02%
1982	35,391	23,804	1,008	8,357	18,654	1,637

Igualmente se encontró la distribución de alumnado por turno para 1980, obteniéndose sus correspondientes porcentajes que de un punto de vista práctico se generalizan para cualquier año, pues se ha observado que el rango de variación es mínimo:

TABLA # 3

DATOS CORRESPONDIENTES A 1980

TURNO	No. de Alumnado
Matutino	40,320
Vespertino	30,494
Mixto	11,027
No hubo respuesta	11,412
TOTAL	93,253

PORCENTAJES PARA CUALQUIER AÑO

TURNO	PORCENTAJE DE ALUMNADO
Matutino	49.2 %
Vespertino	37.3 %
Mixto	13.5 %

D).- ANALISIS DEL ENTORNO DE 2o. ORDEN, RESP. DE LA SOCIEDAD.

En 1979 la zona metropolitana de la ciudad de México contaba con 14 millones de personas asentadas en una superficie urbanizada de 1,000 km², dentro de la cual el Distrito Federal ocupaba un área urbana de 540 km² con 9 millones de habitantes. En el circulaban 1,900,000 vehículos, incluyendo los que provenían de los municipios conurbados y se generaban diariamente 18 millones 400 mil viajes. Siendo los principales movimientos de tipo radial, de la periferia al centro de la ciudad.

TABLA # 4

HABITANTES POR VEHICULO EN EL DISTRITO FEDERAL *

AÑO	POBLACION	VEHICULOS ⁽¹⁾	HABITANTES/VEHICULO
1940	1,760,000 ⁽¹⁾	48,134	36.6
1950	3,050,000 ⁽¹⁾	74,327	41.0
1960	4,870,000 ⁽¹⁾	248,048	19.6
1970	6,967,000 ⁽¹⁾	717,672	9.7
1979	9,500,000 ⁽²⁾	1,575,629	6.0

Como se puede notar la ciudad registra un crecimiento demográfico notable, con una tasa anual de las más altas del mundo para ciudades grandes de 4 % aproximadamente entre 1970 y 1979, y con una tasa anual de 13 % en crecimiento vehicular.

Los automóviles particulares constituyen aproximadamente el 86 % del total de vehículos que circulan en la Cd. de México y participan aproximadamente con el 19.2 % de los viajes generados. Dominan los autos chicos tipo europeo y japonés, de 4 cilindros, con cerca del 60 % del total. Los autos medianos y grandes, tipo americano, de 6 y 8 cilindros constituyen el 40% restante.⁽⁵⁾

Del resto de los 18 millones 400 mil viajes diarios promedio que se generaron en el año de 1979, los autobuses participaron con el 50.8 %, los taxis con el 13 %, el metro con el 11.4 %, los trolebuses y tranvías con el 3.3 % y otros vehículos, que incluían bicicletas y motocicletas con el 2.3 % restante.

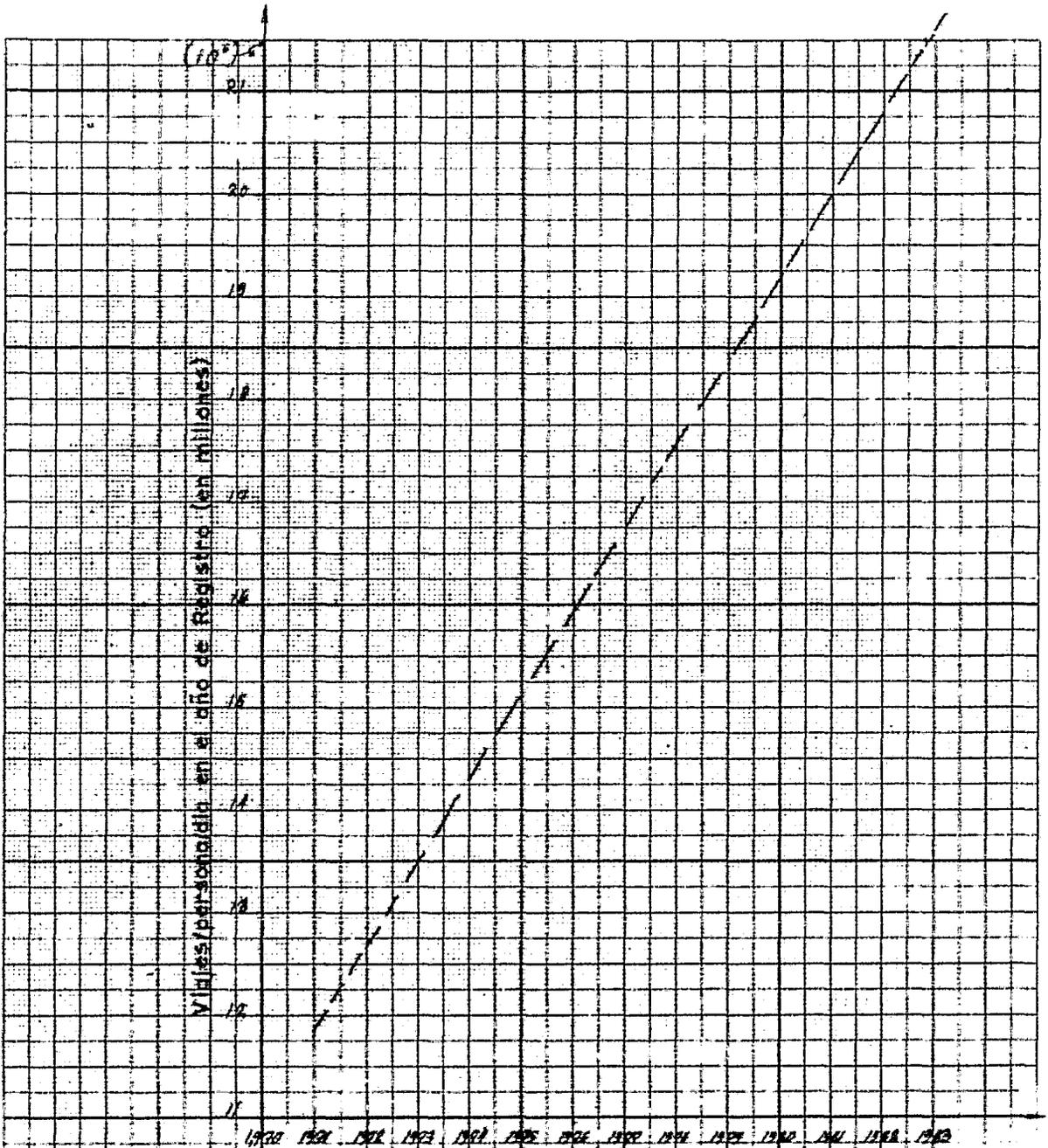
(*).- no incluye la zona conurbana del estado de México.

TABLA No. 5

VIAJES/PERSONA/DIA CARGADOS POR LOS DIFERENTES MEDIOS DE TRANSPORTE EN EL D.F.

MEDIO	1971	%	1972	%	1973	%	1974	%	1975	%	1976	%	1977	%
Autobuses urbanos	5,984,000	49	5,991,000	47	6,199,000	45	6,406,000	45	6,614,000	44	6,321,400	41	9,348,000	50.8
Autobuses sub-urbanos	425,000	4	493,000	4	579,000	4	682,000	5	800,000	5	877,500	6		
Autobuses rurales	174,000	1	211,000	2	248,000	2	292,000	2	343,000	2	379,300	3		
Aerobuses	137,000	1	139,000	1	144,000	1	180,000	1	208,000	1	219,100	1		
Metro	921,000	8	1,066,000	8	1,198,000	9	1,349,000	9	1,510,000	10	1,656,000	11	2,098,000	11.4
Tramvías	137,000	1	146,000	1	213,000	2	219,000	2	220,000	2	259,200	2	607,000	3.3
Trolebuses	410,000	3	438,000	3	433,000	3	444,000	3	445,000	3	459,100	3		
Taxis	1,061,000	9	1,204,000	10	1,224,000	9	1,261,000	9	1,408,000	9	1,460,500	9	2,392,000	13.0
Peñeros	191,000	3	388,000	3	405,000	3	425,000	3	438,000	3	456,900	3		
Autos particulares	2,206,000	19	2,472,000	19	2,682,000	20	2,721,000	19	2,880,000	19	3,071,300	19	3,532,000	19.2
Otros medios	300,000	2	315,000	2	330,000	2	345,000	2	360,000	2	375,000	2	423,000	2.3
TOTAL	11,899,000		12,861,000		13,555,000		14,324,000		15,226,000		16,033,000		18,400,000	

Fuente: Encuesta No. 4



Año de registro

Figura No. 5
obtenida a partir de la tabla No. 5, pag. 16

Fuente: Referencias Bibliograficas Nos. 2 y 4

Tabla # 6

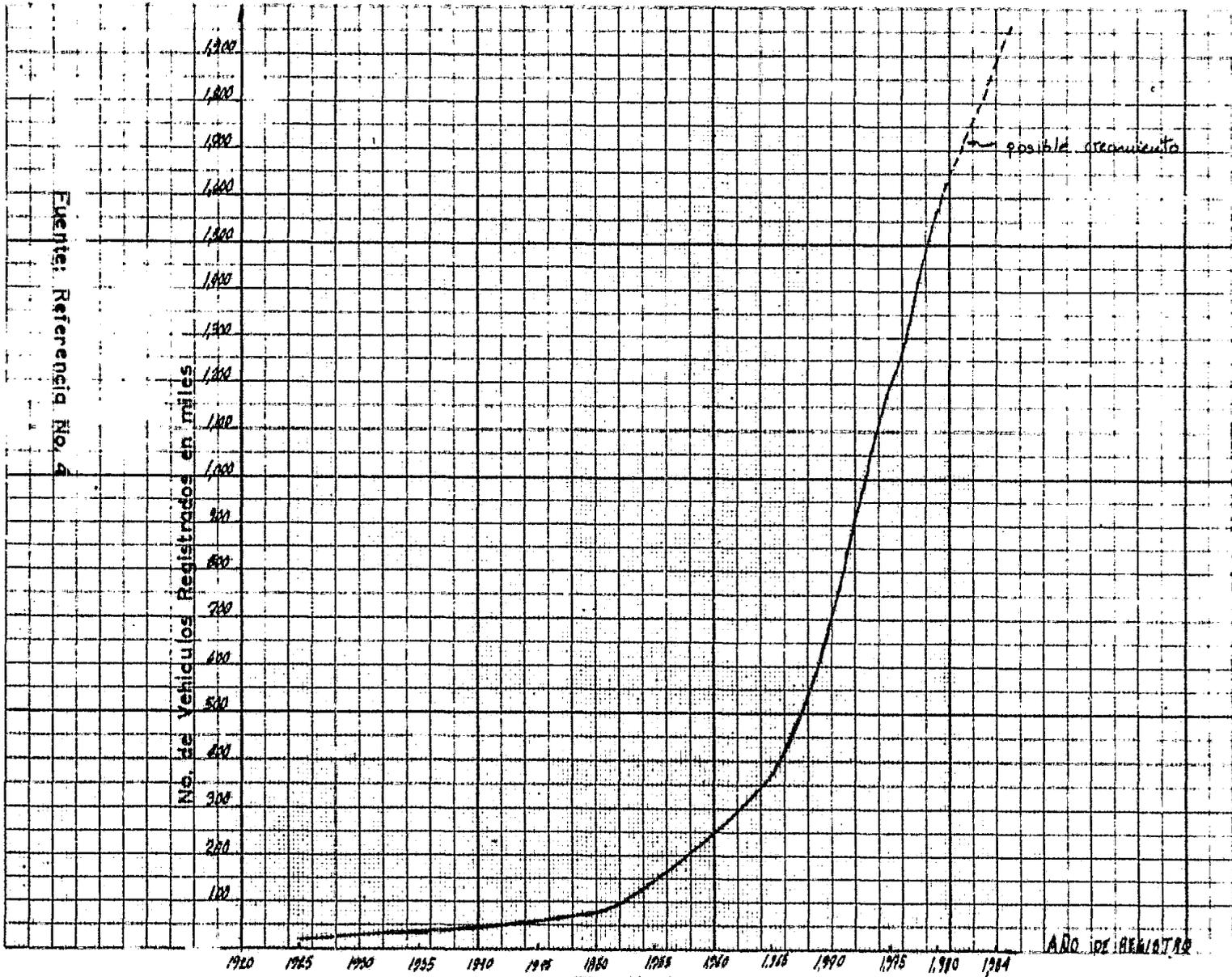
VEHICULOS DE MOTOR EN EL DISTRITO FEDERAL

TOTAL DE					
AÑO	VEHICULOS	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	MOTOCICLETAS
1925	21,209	15,063	2,622	3,059	465
1930	31,934	22,487	2,071	7,068	368
1935	29,158	22,686	1,616	4,502	354
1940	48,134	35,520	2,255	8,616	1,743
1945	59,549	45,304	2,621	9,809	1,815
1950	74,327	55,014	4,280	12,895	2,138
1955	150,534	110,339	6,958	27,585	5,602
1960	248,048	192,557	6,910	35,161	13,410
1965	379,204	313,055	6,993	45,711	13,445
1970	717,692	589,615	9,890	76,500	41,667
1975	1,199,471	1,004,154	12,898	107,954	74,465
1979	1,575,629	1,346,687	14,200	157,664	57,069

Existe un plan rector de vialidad y transporte del D.F., el cual contempla los lineamientos a seguir para dotar de la infraestructura y estructura necesarios para un desarrollo sano y eficiente de las actividades productivas de la ciudad en base a las tendencias de crecimiento. El plan de vialidad dentro de este contexto establece la conclusion del anillo periferico y del circuito interior, así como la construcción de 34 ejes viales, 17 de oriente a poniente y 17 de norte a sur con una longitud total de 5 533km. Estas arterias cuentan con carriles preferenciales, uno de los cuales opera de acuerdo al sentido de la circulación general y el otro en sentido contrario, ambos destinados a la circulación de vehículos colectivos.

A la fecha se han realizado 252 Km. de ejes viales.

Según el plan de Desarrollo Urbano, de dicho plan, "Los polos de atracción más importantes son, de norte a sur; Plaza Satélite, el Instituto Politécnico Nacional, San Juan de Aragón, Chapultepec, la zona Centro, la Merced, el Aeropuerto, la Ciudad Deportiva, Insurgentes Sur, Ciudad Universitaria y Zona Hospitalaria del Viaducto Tlalcan". Según dicho estudio el número de viajes generados y atraídos por las zonas más importantes son los expuestos en las siguientes tablas:



Fuente: Referencia No. 4

Fig. No. 6

AÑO DE REGISTRO

TABLA # 7

VIAJES GENERALES EN 1977 POR LAS ZONAS MAS IMPORTANTES
DEL AREA METROPOLITANA ⁽⁶⁾

ZONA DE ORIGEN	NUMERO DE VIAJES	PORCENTAJE
Dentro del Circuito Interior	4,463,610	50.0%
Naucalpan-Cuajimalpo	926,390	11.0%
Azcapotzalco-La Villa	803,130	9.0%
Cd. Nezahualcóyotl	722,440	8.7%
Ecatepec-Villa G.A. Madero	583,250	6.5%
Tlanepantla	556,540	6.2%
INSURGENTES SUR	542,450	6.1%
Iztapalapa	225,280	2.5%
TOTAL	8,383,090	100.0%

TABLA # 8

VIAJES ATRAIDOS EN 1977 POR LAS ZONAS MAS IMPORTANTES
DEL AREA METROPOLITANA ⁽⁶⁾

ZONA DE DESTINO	NUMERO DE VIAJES	PORCENTAJE
Dentro del Circuito Interior	4,069,100	55.5%
Azcapotzalco-La Villa	1,121,070	15.3%
Centro SCOP-Coyoacán-San Angel	610,040	8.3%
CIUDAD UNIVERSITARIA	424,820	5.8%
Naucalpan	315,100	4.3%
Tlanepantla	242,540	3.3%
Calz. Zaragoza-Aeropuerto	234,580	3.2%
Ecatepec	153,620	2.1%
Iztapalapa	85,340	1.0%
TOTAL	7,328,570	100.0%

Como puede deducirse de las tablas # 4 y # 5 , el indice de movilidad en 1970 es de 1.71 viajes por persona y aumento a 1.94 en 1979 y se estima en 1.85 para 1982. Entendiendose por indice de movilidad a la media del número de viajes que hace una persona en un día laboral y pudiendose obtener dividiendo el número de viajes/persona/día entre el número de habitantes.

También puede verse en la tabla # 8 que C.U. es un centro de destino del 5.8% del total de viajes en el año de 1977, por lo que a futuro se puede pensar que continuará siendo del mismo orden.

A partir de la figura # 5 (pagina 17), serie cronológica anual de viajes/persona/día, vemos que los puntos que la determinan tienden a una recta por lo que para obtener el No. de viajes/persona/día a futuro se obtuvo la ecuación de la recta que los contiene, llegando a la siguiente expresión:

$$Y = 812,625X - 1,589,784.9 \times 10^3$$

en donde:

Y = No. de viajes/persona/día

X.- Año cronológico de interes

Para el presente estudio se considera como fecha representativa el año de 1990 para una proyección de la demanda a mediano - plazo, por lo que se sustituye en la ecuación anteriormente obtenida arrojando el siguiente resultado:

para X = 1990 Y = 27,338,850 viajes/persona/día

Ahora considerando que el índice de movilidad de 1.85 viajes por persona estimado para 1982 se conserva constante hasta el año de proyecto, obteniéndose:

14,777,757 viajes/día para 1990

De los cuales el 5.8% le corresponden a la zona de la Ciudad Universitaria, según la tabla # 9 de la pagina anterior, resultando:

857,110 viajes/día para 1990

RESUMEN:

Datos esperados para el año de 1990:

	27,338,850 viajes/persona/día
Ciudad de México	14,777,757 viajes/día
	1,585,853 viajes/persona/día
Ciudad Universitaria	857,110 viajes/día

D.1).- SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO-AUTOBUSES.

ANTECEDENTES HISTORICOS:

En 1916 surgieron los camiones, al principio su operación era por completo desorganizada e irregular, a semejanza de los automoviles de alquiler que actualmente dan servicio como "peseros" pues sin ninguna restricción ni horario, seguían los recorridos a su juicio más costeable y dentro de las horas que consideraban más convenientes.

Los primeros camiones tenían una capacidad de 10 pasajeros sentados, en 1926, la capacidad aumentó a 15, llegando en 1942 a 26 y a la fecha la capacidad varía entre 50 y 30 pasajeros, dependiendo de la unidad de que se trate.

CITUACION ACTUAL:

El 25 de septiembre de 1981 el gobierno del Distrito Federal decretó la municipalización del transporte urbano de superficie, por lo que todos los equipos e instalaciones, hasta entonces propiedad de la alianza de camioneros de México, pasaron a formar parte de los activos de Ruta 100, con lo que la participación estatal en el transporte masivo paso del 24.2% en 1979 al 100% en 1981. También se puso en marcha el programa necesario para reestructurar el servicio de transporte urbano de pasajeros, que cuenta con, 6,008 autobuses inventariados hasta ahora, de los cuales 4,000 pueden repararse para que sigan operando en buenas condiciones 2 o 3 años más. La meta a corto plazo es ofrecer un servicio con 2,300 autobuses para transportar más de 10 millones de pasajeros diariamente.

Los autobuses de pasajeros, de fabricación nacional, estan constituidos según sus características y forma en "Delfines", "Ballenas", "Metrobuses", "Panoramicos" y "Convencionales" (motor delantero). En los primeros se dispuso que los 41 pasajeros solo viajarían sentados, pero en la práctica se viola esa condición. Los otros 2 tipos admiten hasta cerca de 100 pasajeros, la mayor parte de pie.

En la raíz de la creación y desarrollo del "PLAN MAIOR DE VIABILIDAD Y TRANSPORTE" en junio de 1980, las 534 rutas de autobuses que anteriormente circulaban en la ciudad quedaron integradas en 124 - rutas de autobuses Urbanos, de las cuales 76 son rutas Directas que integran la Red ortogonal recorriendo la ciudad a todo lo largo y todo lo ancho ida y vuelta con denominaciones nomenes de norte a sur y numeraciones de Ruta pares de poniente a oriente. Las otras 48 líneas sirven de conexión para los centros urbanos situados en los alrededores de la ciudad de México con las Rutas Directas, y son denominadas "SARO" (Sistema alimentador de la Red Ortogonal).

Actualmente solo estan en servicio 60 rutas Directas, las 48 del "SARO" y 18 rutas adicionales de trolebuses y tranvías.

Las Rutas con mayor influencia en la zona de Ciudad Universitaria son las enumeradas a continuación:

RUTAS DIRECTAS NORTE-SUR

No. de Ruta	No. de Unidades
9	52
17	200
19	46
19-A	40

RUTAS DIRECTAS PONIENTE-ORIENTE

No. de Ruta	No. de Unidades
64	25

SISTEMA ALIMENTADOR DE LA RED ORTOGONAL

No. de Ruta	No. de Unidades
125	10
125-A	5
128	20
132	4

D.2).- SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO - METRO.

El 3 de septiembre de 1969 inició su operación la primera línea del Metro de la Capital, que en un principio dió servicio de la estación Zaragoza a la estación Chapultepec. En 1970 empezaron a operar las otras 2. Con 3 líneas que totalizaban 37.3 km. en operación, más 3.5 km. para maniobras, en 1977 se tenía 9.9 km. al aire libre y 30.9 km. subterráneos.

SEGUNDA ETAPA.

La 2a. etapa comprende 44.6 km. de longitud, e incluye la ampliación de la línea 3 en sus 2 extremos, de Tlatelolco a Indios Verdes al norte y de Hospital General a la estación Zapata al sur; la línea 4 de Martín Carrera a Sta. Anita; la línea 5 de Instituto del Petróleo a Pantitlán, y la línea 6 que va de la estación el Rosario al Instituto del Petróleo.

TERCERA ETAPA.

La 3a. etapa, actualmente en construcción, comprende 25.4 km. de longitud y se integra con la línea 7 de Tacuba a Barranca del Muerto, las ampliaciones a las líneas 1, 2 y 3, de Zaragoza a Pantitlán, de Tacuba a Cuatro Caminos y de Zapata a Ciudad Universitaria, respectivamente. (esta última con repercusiones importantes en este estudio) También se construirá la prolongación de la línea 5 del Instituto del Petróleo a Politécnico.

Como podemos observar dentro de los planes de construcción de líneas de Metro, solamente las ampliaciones de la línea 3 de Zapata a Ciudad Universitaria, tiene repercusiones directas en el presente estudio, estando muy próxima su fecha de terminación e inauguración.

Para conocer las contribuciones cuantitativas a la problemática de tránsito y transporte de la zona, se recurre a las especificaciones técnicas y datos de operación⁽⁷⁾ enunciadas a continuación:

El equipo rueda sobre llantas neumáticas utilizando trenes de 9 carros. Cada carro acomoda en promedio 170 pasajeros, por lo que los trenes tienen capacidad para 1530 pasajeros.

Aunque la velocidad máxima es de 60 km/hr., la velocidad de recorrido total, incluyendo los tiempos de paradas, es de 34 km/hr.

La frecuencia teórica del Metro es de 90 a 100 seg., pero la real oscila entre 100 a 270 seg.

La capacidad máxima que se puede alcanzar, con trenes de 9 - carros a intervalos de 30 segundos, es aproximadamente 10,000 pasajeros por hora, en cada dirección. Pero la capacidad más probable es con los datos de operación de 270 segundos de frecuencia, correspondiéndole 20,400 pasajeros por hora en cada dirección.

D.3).- DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DE TRANSPORTE EN C.U.

Para obtener el número de estudiantes que utilizan como medio de transporte el automóvil, se recurre a los datos de la tabla # 2 pag. 13, tomando para los últimos años el porcentaje de 0.21 de estudiantes para el automóvil, siendo esta una hipótesis muy probable y con un rango aceptable de seguridad, considerando la segura puesta en marcha de la estación Copilco del Metro (ver fig. # 7).

Se consideró un índice de ocupación de 1.7 personas/automóvil para este sector de la población y de 1 persona/automóvil para el sector del personal Docente e Investigación.

Para la obtención del número de automóviles de los otros sectores, se consideraron como porcentajes aceptables que utilizan este medio el 0.73% del Docente y el 1% de Investigación (ver tabla # 9 y fig. # 8).

Consideraciones Generales.

Para la obtención del número de personas correspondientes a los diferentes medios de transporte se siguieron las siguientes consideraciones.

Para el alumnado se considero los datos de la tabla # 10 y a partir del año 1982 se consideró los porcentajes de la población correspondiente a la mitad del último alcanzado, para los Autobuses y peseros, quedando la diferencia absorbida por el metro, en forma esquemática tendríamos para el año señalado:

PORCENTAJES DE POBLACION ESTUDIANTIL	
MEDIO DE TRANSPORTE	%POBLACION PARA 1990
Automovil	0.21
Autobus	0.34
Pesero	0.09
Metro	0.36

Para los otros sectores de la población se consideraron los porcentajes dados a continuación:

PORCENTAJES DE PERSONAL DOCENTE

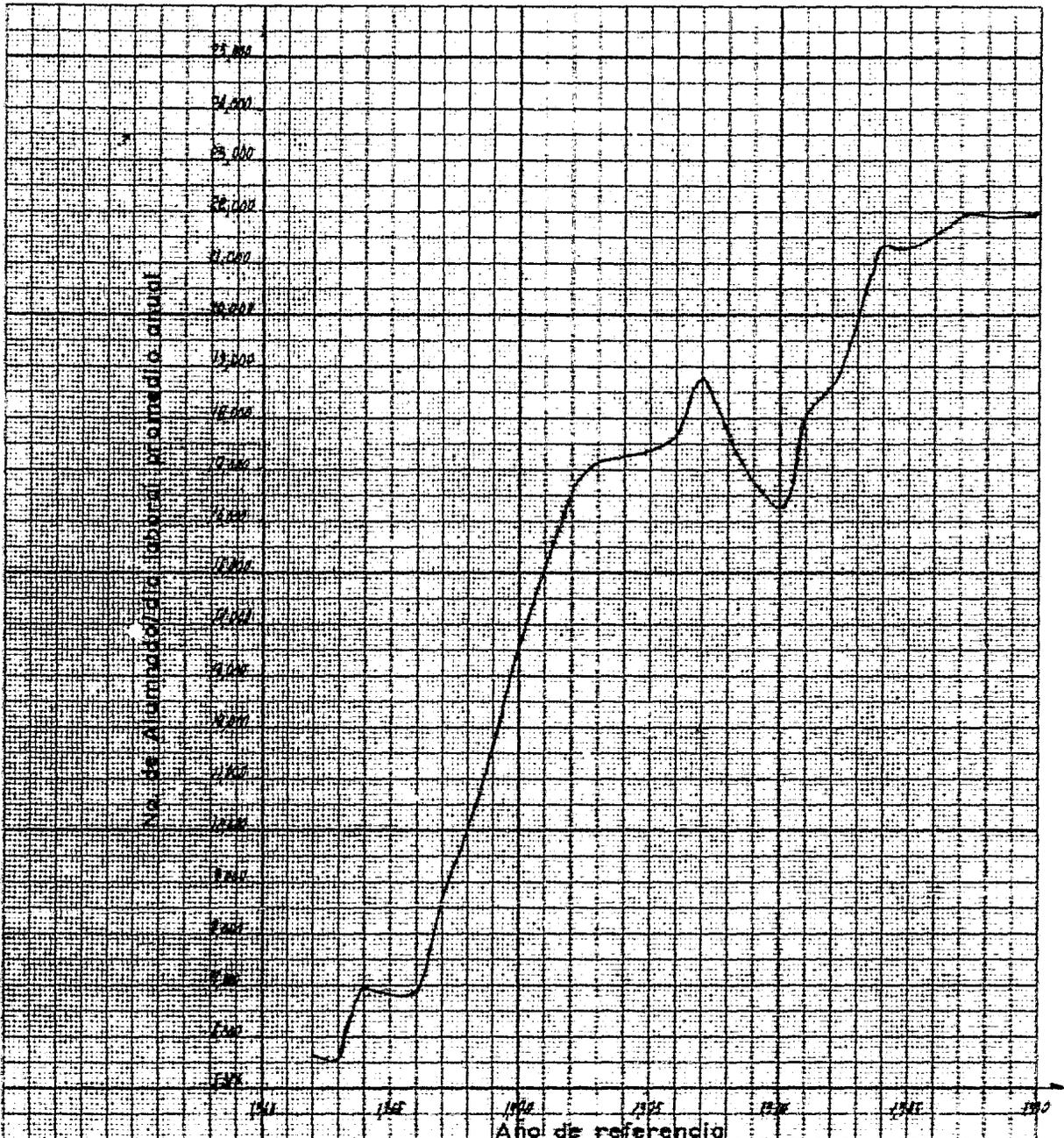
MEDIO	DE 1962 a 1983	De 1984 a 1990
Automovil	0.73%	0.73%
Autobus	0.15%	0.075%
Pesero	0.12%	0.12%
Metro	-----	0.075%

PORCENTAJES DE PERSONAL DE ADMINISTRACION

MEDIO	DE 1962 a 1983	DE 1984 a 1990
Automovil	-----	-----
Autobus	0.75%	0.37%
Pesero	0.25%	0.375%
Metro	-----	0.255%

PORCENTAJES DE PERSONAL DE INVESTIGACION

MEDIO	DE 1962 a 1984	DE 1985 a 1986	DE 1987 a 1990
Automovil	1.00%	0.65 % 0.65	0.50%
Autobus	-----	-----	-----
Pesero	-----	-----	-----
Metro	-----	0.35 . 0.35	0.50%



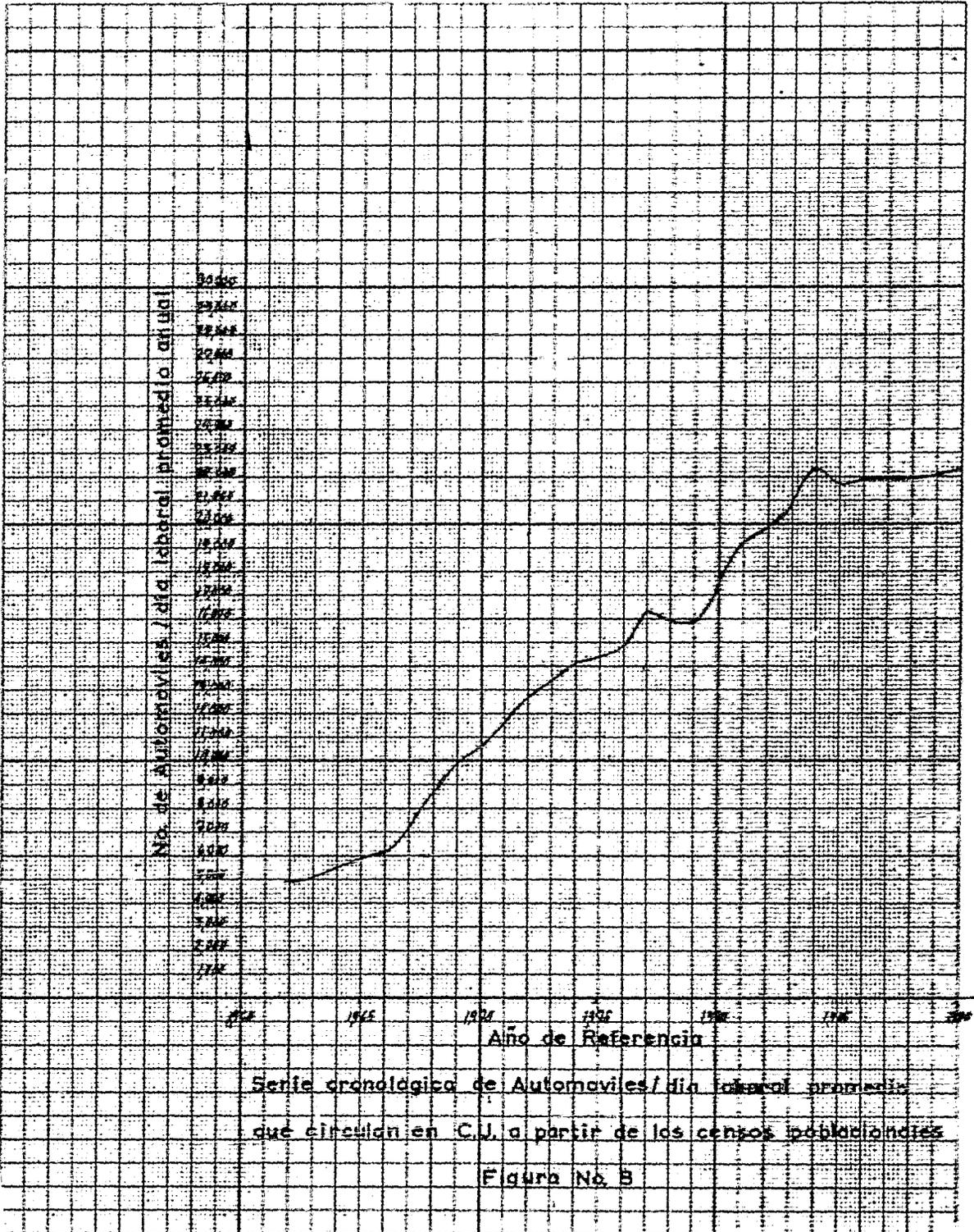
Serie cronologica de No. de Asumidos que
 utilizo el automov6l como medio de transporte

Figura No. 7

TABLA # 9

OBTENCION DEL No. DE AUTOMOVILES/DIA LABORAL QUE CIRCULAN EN C.U.

AÑO	No. DE ALUMNADO	No. DE AUTOMOVILES CORRESPONDIENTES	PERSONAL DOCENTE	PERSONAL DE INVESTIGACION	TOTAL DE AUTOMOVILES
1962	5,065	2,979	1,606	315	4,900
1963	5,540	3,259	1,628	172	5,059
1964	6,096	3,586	1,828	255	5,469
1965	6,820	4,012	1,694	188	5,894
1966	6,876	4,045	1,862	255	6,162
1967	8,613	5,067	1,978	185	7,230
1968	10,000	5,882	2,008	255	8,023
1969	11,600	6,824	2,008	255	9,087
1970	13,500	7,941	2,300	342	10,583
1971	15,150	8,912	2,482	312	11,706
1972	16,550	9,735	2,643	348	12,726
1973	17,186	10,109	2,810	440	13,359
1974	17,250	10,147	3,467	565	14,179
1975	17,369	10,233	3,613	562	14,408
1976	17,660	10,388	3,832	628	14,848
1977	18,751	11,030	4,490	755	16,275
1978	17,663	10,390	4,635	815	15,840
1979	16,764	9,861	4,927	1,070	15,858
1980	16,220	9,541	6,680	1,228	17,449
1981	18,502	10,884	7,118	1,322	19,324
1982	18,654	10,973	7,446	1,415	19,834
1983	19,850	11,677	7,738	1,522	20,937
1984	21,350	12,560	7,950	1,650	22,160
1985	21,320	12,541	7,993	1,144	21,678
1986	21,550	12,677	8,030	1,235	21,942
1987	21,950	12,912	8,030	1,005	21,947
1988	21,920	12,894	8,030	1,055	21,979
1989	21,920	12,894	8,030	1,105	22,029
1990	21,990	12,935	8,030	1,160	22,125
	indice de ocupación:		indice de ocupación:		
	1.7 personas/automovil		1 persona/automovil		



Serie cronológica de Automoviles / dia laboral promedio que circulan en C.U. a partir de los censos poblacionales

Figura No. B

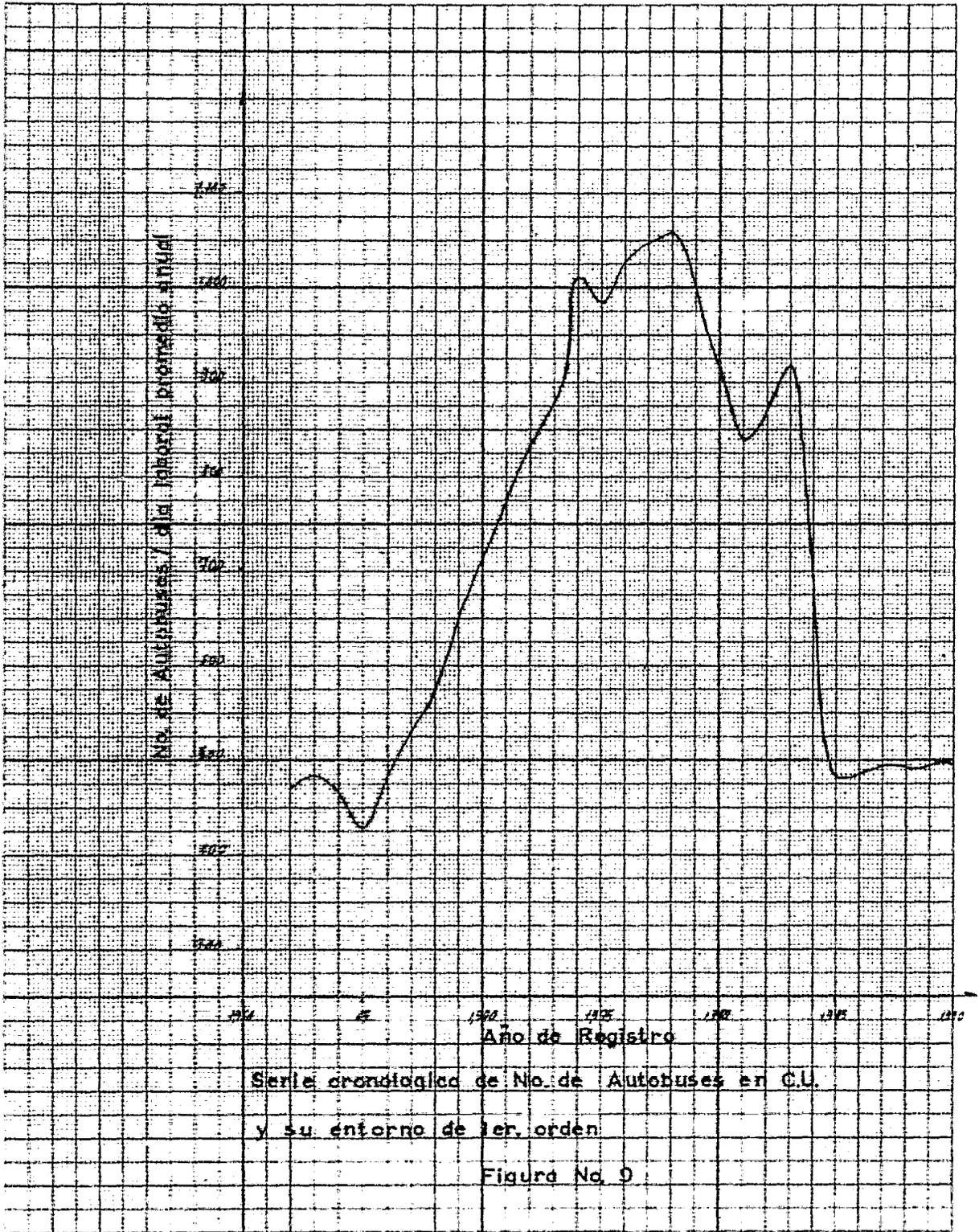
TABLA # 10

DETENCION DEL No. DE AUTOBUSES EN C.U. Y SU EQUIPO DE 1er. ORDEN.

AÑO	POBLACION/DIA LABORAL QUE UTILIZA ESTE MEDIO				No. AUTOBUSES
	ALUMNADO	P. DOCENTE	P. ADMON.	TOTAL PERSONAL	
1962	36,096	330	1,290	37,716	471
1963	36,732	333	1,538	38,599	482
1964	35,436	333	1,350	37,119	464
1965	32,193	383	1,550	34,223	428
1966	36,492	383	1,838	38,713	484
1967	39,927	558	1,875	42,360	530
1968	44,030	408	1,688	46,126	577
1969	49,580	408	2,250	52,238	653
1970	54,320	468	2,363	57,221	715
1971	59,230	582	2,400	62,182	777
1972	63,270	543	2,588	66,401	830
1973	66,931	573	2,663	70,167	877
1974	77,330	708	2,898	80,926	1,012
1975	74,509	738	3,450	78,697	984
1976	77,667	788	3,863	82,318	1,029
1977	78,575	923	4,313	83,811	1,048
1978	79,193	957	4,560	84,715	1,059
1979	73,611	1,017	4,913	79,541	994
1980	65,998	1,372	6,210	73,580	920
1981	59,714	1,462	6,000	67,176	840
1982	61,134	1,533	6,225	68,892	861
1983	65,550	1,590	6,375	73,515	919
1984	50,800	1,635	3,145	55,580	695
1985	34,544	821	3,145	38,510	481
1986	34,850	825	3,145	38,820	485
1987	35,360	825	3,145	39,330	492
1988	35,350	825	3,145	39,330	492
1989	35,530	825	3,145	39,500	494
1990	35,530	825	3,145	39,500	494

Se consideró un índice de ocupación de 80 personas/automóvil.

Para la obtención del No. de alumnado se considero como porcentajes aceptables el de 0.73 hasta el año de 1981, disminuyendo posteriormente a 0.62 entre 1982 y 1983, 0.5 en 1984 y 0.34 de 1985 en adelante.



Serie cronológica de No. de Autobuses en C.U.
y su entorno de 1er. orden

Figura No. 9

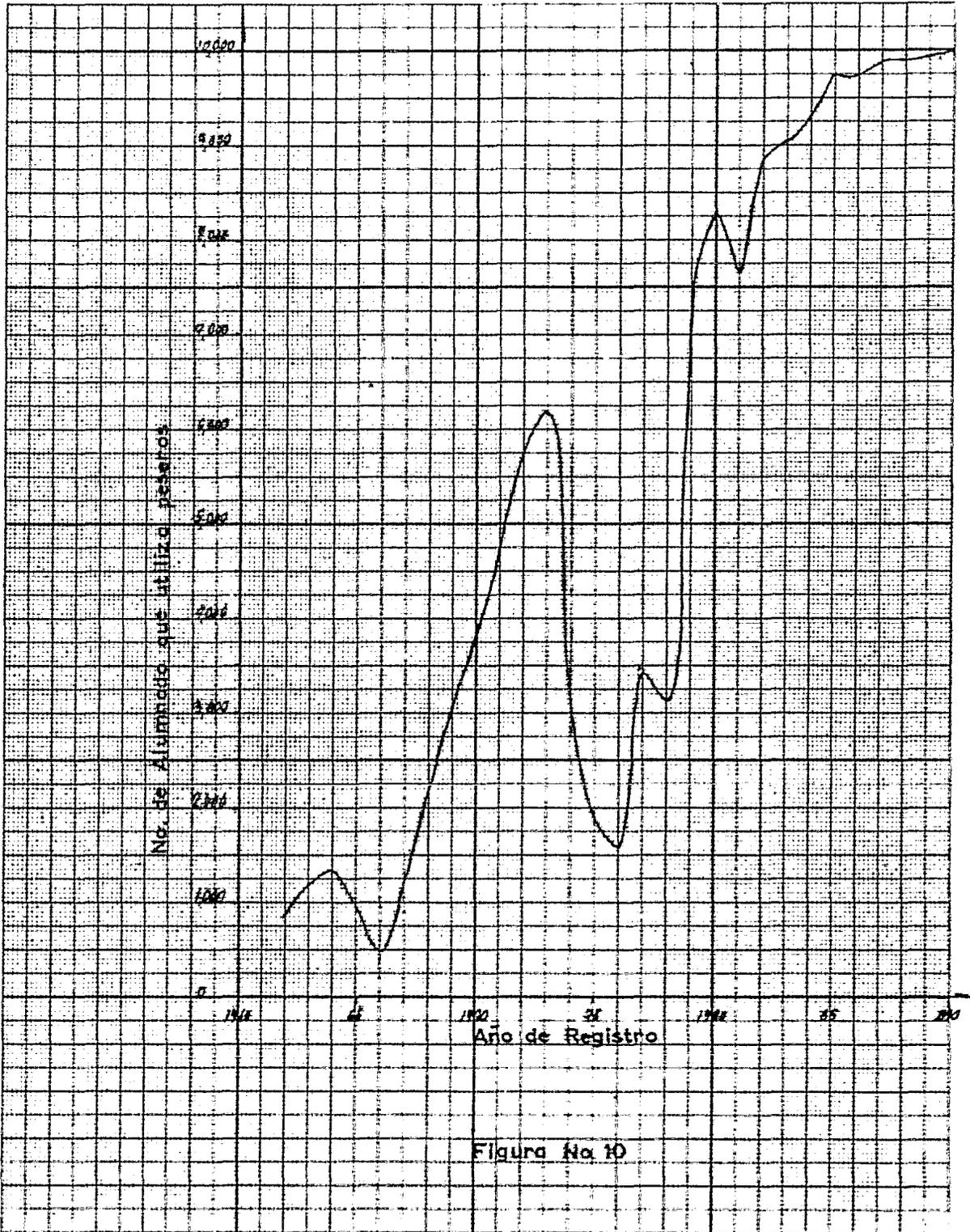


Figura No 10

TABLA # 11

DETERMINACION DEL NUMERO DE PESEROS/DIA QUE CIRCULAN EN
CIUDAD UNIVERSITARIA Y SU ENTORNO DE 1er. ORDEN

AÑO	No. de Alumnado	PERSONAL DOCENTE	PERSONAL ADMINISTRATIVO	TOTAL POBLACION	NUMERO DE PESEROS
1962	879	264	656	1,799	300
1963	1,176	265	767	2,211	369
1964	1,038	255	675	1,979	330
1965	995	278	825	4,098	683
1966	499	306	908	1,713	286
1967	1,219	326	938	2,483	414
1968	2,150	266	1,031	3,447	575
1969	3,000	265	1,106	4,372	729
1970	3,750	374	1,181	5,305	884
1971	4,750	407	1,208	6,365	1,060
1972	5,700	434	1,294	7,428	1,238
1973	6,190	458	1,320	7,968	1,328
1974	3,000	566	1,433	4,999	833
1975	1,876	594	1,733	4,203	701
1976	1,596	630	1,931	4,157	693
1977	3,401	738	2,145	6,284	1,047
1978	3,101	768	2,269	6,138	1,023
1979	7,102	750	2,445	10,297	1,716
1980	8,289	1,094	3,083	12,466	2,078
1981	7,646	1,170	3,000	11,816	1,959
1982	8,851	1,230	3,113	13,204	2,200
1983	9,025	1,270	3,169	13,466	2,244
1984	9,747	1,308	3,187	14,243	2,374
1985	9,652	1,314	3,168	14,154	2,359
1986	9,738	1,320	3,132	14,246	2,374
1987	9,850	1,320	3,138	14,388	2,398
1988	9,899	1,320	3,138	14,407	2,401
1989	9,926	1,320	3,188	14,436	2,406
1990	9,928	1,320	3,188	14,436	2,406

Se considero un indice de ocupación de 6 personas/pesero.

TABLA # 12

NUMERO POSIBLE DE PERSONAS/DIA QUE ABSORBERA EL METRO

AÑO	NUMERO DE ALUMNADO	PERSONAL DOCENTE	PERSONAL ADMINISTRATIVO	PERSONAL DE INVESTIGACION	TOTAL
1983	475	---	---	---	475
1984	19,538	---	2,167	---	21,805
1985	36,089	772	2,167	616	39,644
1986	36,387	825	2,167	665	40,044
1987	35,815	825	2,167	1,005	39,812
1988	36,706	825	2,167	1,055	40,753
1989	36,597	825	2,167	1,105	40,694
1990	36,597	825	2,167	1,160	40,749

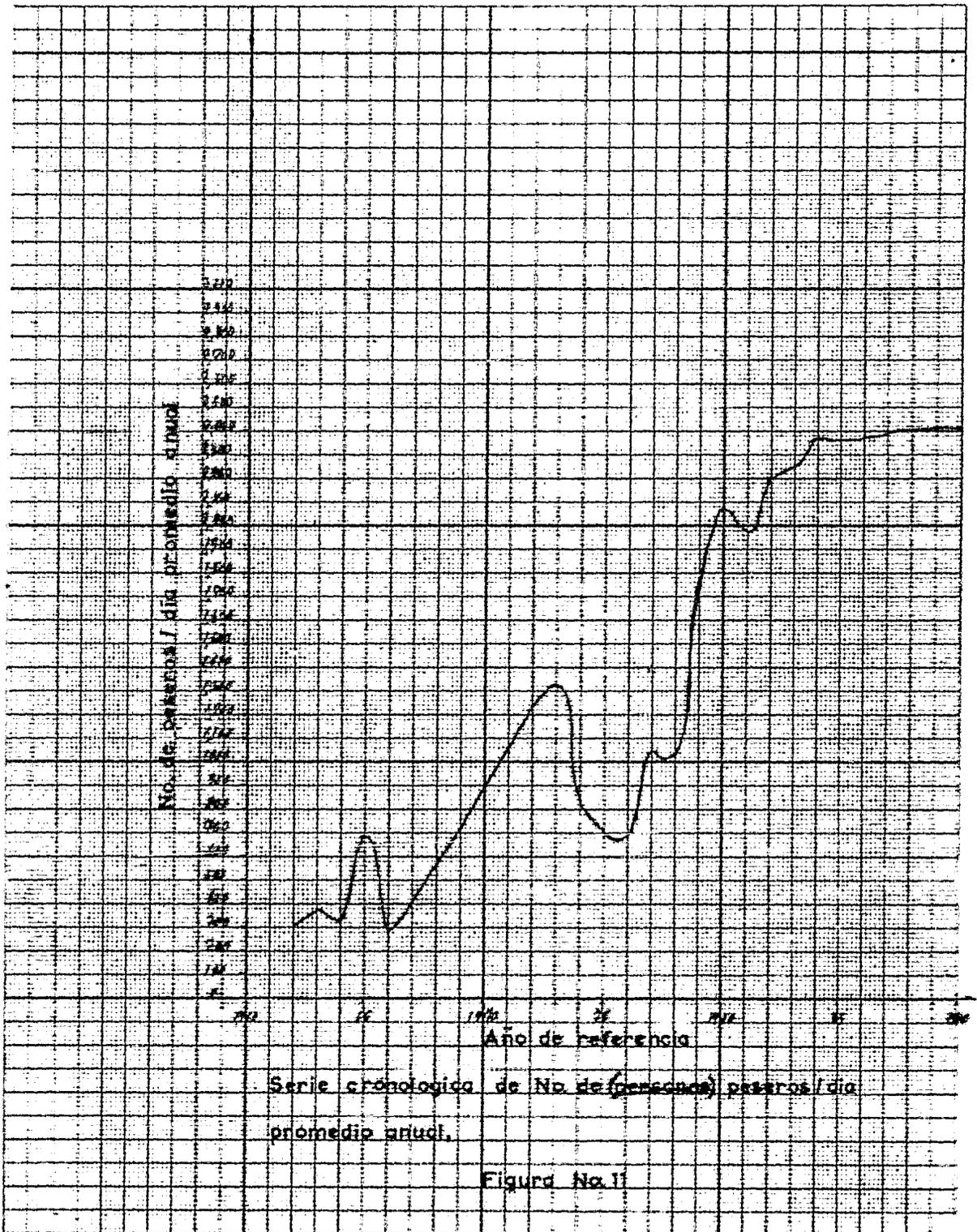
Un resumen de la situacion actual y futura en base a los datos - anteriormente obtenidos se describe en el cuadro sinoptico siguiente:

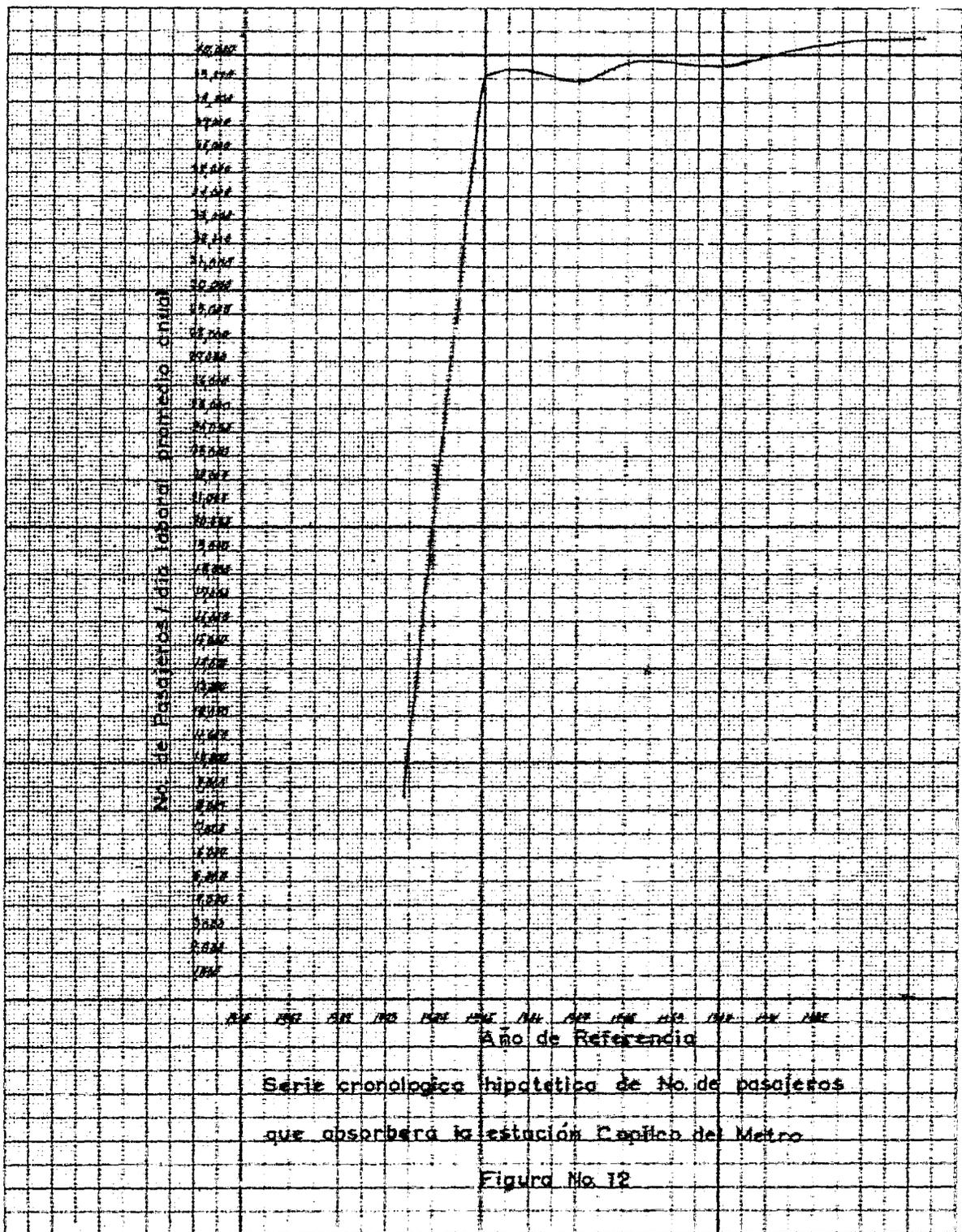
MEDIO	AÑO DE 1983	AÑO DE 1984	AÑO DE 1990	%
METRO	2,244 psr./dlpa	2,370 psr./dlpa	2,420 psr./dlpa	9%
PESEROS	13,464 psj./dlpa	14,220 psj./dlpa	14,520 psj./dlpa	12%
	916 atb./dlpa	695 atb./dlpa	495 atb./dlpa	2%
AUTOBUSES	73,280 psj./dlpa	55,600 psj./dlpa	39,600 psj./dlpa	31%
	20,937 atm./dlpa	22,160 atm./dlpa	23,275 atm./dlpa	89%
AUTOMOVILES	29,110 prs./dlpa	30,950 prs./dlpa	32,330 prs./dlpa	26%
<u>TOTALES</u>	<u>24,097 vhe./dlpa</u>	<u>25,225 vhe./dlpa</u>	<u>26,190 vhe./dlpa</u>	<u>100%</u>
	<u>115,854 prs./dlpa</u>	<u>120,770 prs./dlpa</u>	<u>126,050 prs./dlpa</u>	<u>100%</u>

En donde:

- psj./dlpa = pasajeros/dia laboral promedio anual
- psr./dlpa = peseros/dia laboral promedio anual
- atb./dlpa = autobuses/dia laboral promedio anual
- atm./dlpa = automoviles/dia laboral promedio anual
- prs./dlpa = personas/dia laboral promedio anual
- vhe./dlpa = vehiculos/dia laboral promedio anual

Del cuadro sinoptico anterior se deduce la probable tasa de crecimiento a mediano plazo de 1983 a 1990, siendo esta de 8.7% para los vehiculos y 8 % para los pasajeros.





CAPITULO IV.

EVALUACION EX-POST.

IV.- EVALUACION EX-POST.

Los elementos a considerar para la evaluación ex-post del Sistema Vial de Ciudad Universitaria son los lugares de estacionamiento para vehículos que ofrece el sistema contra los que demanda la población que concurre al sistema, así también como de la circulación.

A).- EVALUACION EX-POST DE ESTACIONAMIENTO.

OFERTA DE ESTACIONAMIENTO.

Para la evaluación de la oferta de estacionamiento se consideraron las especificaciones técnicas y datos generales enunciadas a continuación:

- Dimensiones de un cajon de estacionamiento en cordón: (6mts) (2.4mts).
- Se consideran 2 cordones de estacionamiento por arroyo de circulación.
- Anchura de arroyo de los circuitos: 10 mts.
- Area tributaria de estacionamiento incluyendo vialidad para superficies de estacionamiento: $25 \text{ mt}^2/\text{automovil}$.

CIRCUITO # 1.

Longitud total de perimetro o circuito: 2,000 mts.; 1,500 mts. con 2 arroyos de circulación y 500 mts. con un arroyo de circulación.

- Espacios disponibles de estacionamiento sobre el circuito:
(1,500 mts.) (2 arroyos) (2 cordones) = $6,000 \text{ mt}/6 \text{ mt.} = 1,000 \text{ lugares}$
(500 mts.) (1 arroyo) (2 cordones) = $1,000 \text{ mt}/6 \text{ mts.} = 166 \text{ lugares}$
- Area propia de estacionamiento: $9,400 \text{ mt}^2/(25 \text{ mt}^2/\text{automovil}) = 376 \text{ lug.}$

CIRCUITO # 2.

Longitud total de perimetro o circuito: 1,005 mts.; 700 mts. con 2 arroyos de circulación y 305 mts. con un arroyo de circulación.

- Espacios disponibles de estacionamiento sobre el circuito:
(700 mts.) (2 arroyos) (2 cordones) = $2,800 \text{ mts}/6 \text{ mts} = 466 \text{ lugares}$
(305 mts.) (1 arroyo) (2 cordones) = $1,220 \text{ mts}/6 \text{ mts} = 203 \text{ lugares}$
- Area propia de estacionamiento: $55,252 \text{ mt}^2/(25 \text{ mt}^2/\text{aut.}) = 2,210 \text{ lug.}$

CIRCUITO # 3.

Longitud total de perimetro o circuito: 2,900 mts.; 720 mts. con 2 arroyos de circulación y 2,180 mts. con un arroyo de circulación.

- Espacios disponibles de estacionamiento sobre el circuito:

(720mts.) (2arroyos) (2cordones) = $2,330\text{mts}/6\text{ mts} = 480$ lugares

(2,180mts) (1 arroyo) (2 cordones) = $4,360\text{ mts}/6\text{ mts} = 726$ lugares

- Area propia de estacionamiento: $51,700\text{ mt}^2/(25\text{ mt}^2/\text{lugar}) = 2,068$ l.

CIRCUITO #4.

Longitud total de perimetro o circuito: 3,600 mts.; 1,860 mts con 2 arroyos de circulación y 1,740 mts. con un arroyo de circulación.

- Espacios disponibles de estacionamiento sobre el circuito:

(1,860 mts) (2 arroyos) (2 cordones) = $7,440\text{ mts}/6\text{ mt} = 1,240$ lugares

(1,740 mts) (1 arroyo) (2 cordones) = $3,480\text{ mts}/6\text{ mts} = 580$ lugares

- Area propia de estacionamiento: $5,200\text{ mt}^2/(25\text{ mt}^2/\text{l.}) = 208$ lugares

CIRCUITO # 5.

Longitud total de perimetro o circuito: 2,800 mts.; 960 mts. con 2 arroyos de circulación y 1,840 mts. con un arroyo de circulación.

- Espacios disponibles de estacionamiento sobre el circuito:

(960 mt) (2 arroyos) (2 cordones) = $3,840\text{ mts}/6\text{ mts} = 640$ lugares

(1,840 mts) (1 arroyo) (2 cordones) = $3,680\text{ mt}/6\text{mts} = 613$ lugares

- Area propia de estacionamiento: $43,400\text{ mt}^2/(25\text{ mt}^2/\text{l.}) = 1,736$ lug.

RESUMEN:

Considerando zonas escolares y no escolares dentro de Ciudad Universitaria, se cuenta en total con:

6,077 lugares en cordón sobre los circuitos

6,508 lugares en cañon y espacio de circulación de estacionamiento.

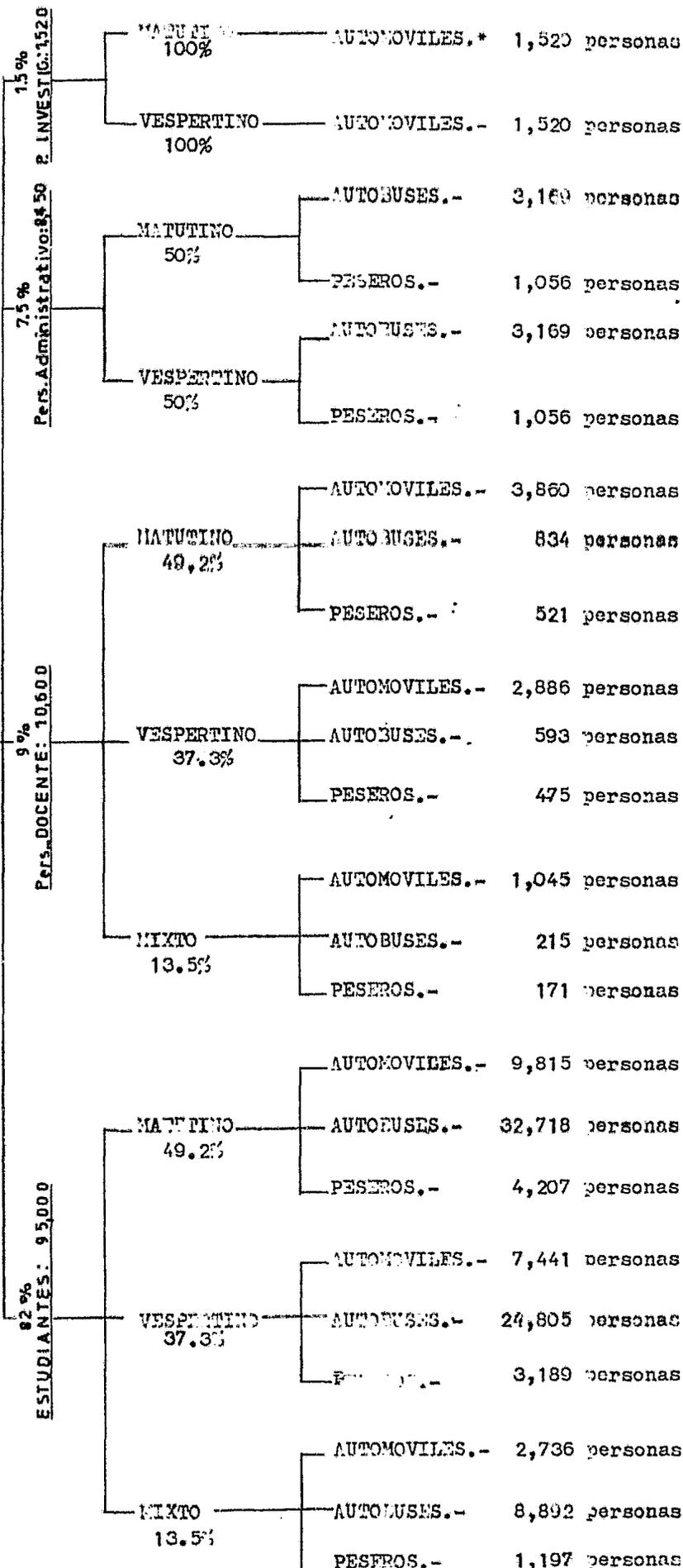
DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO.

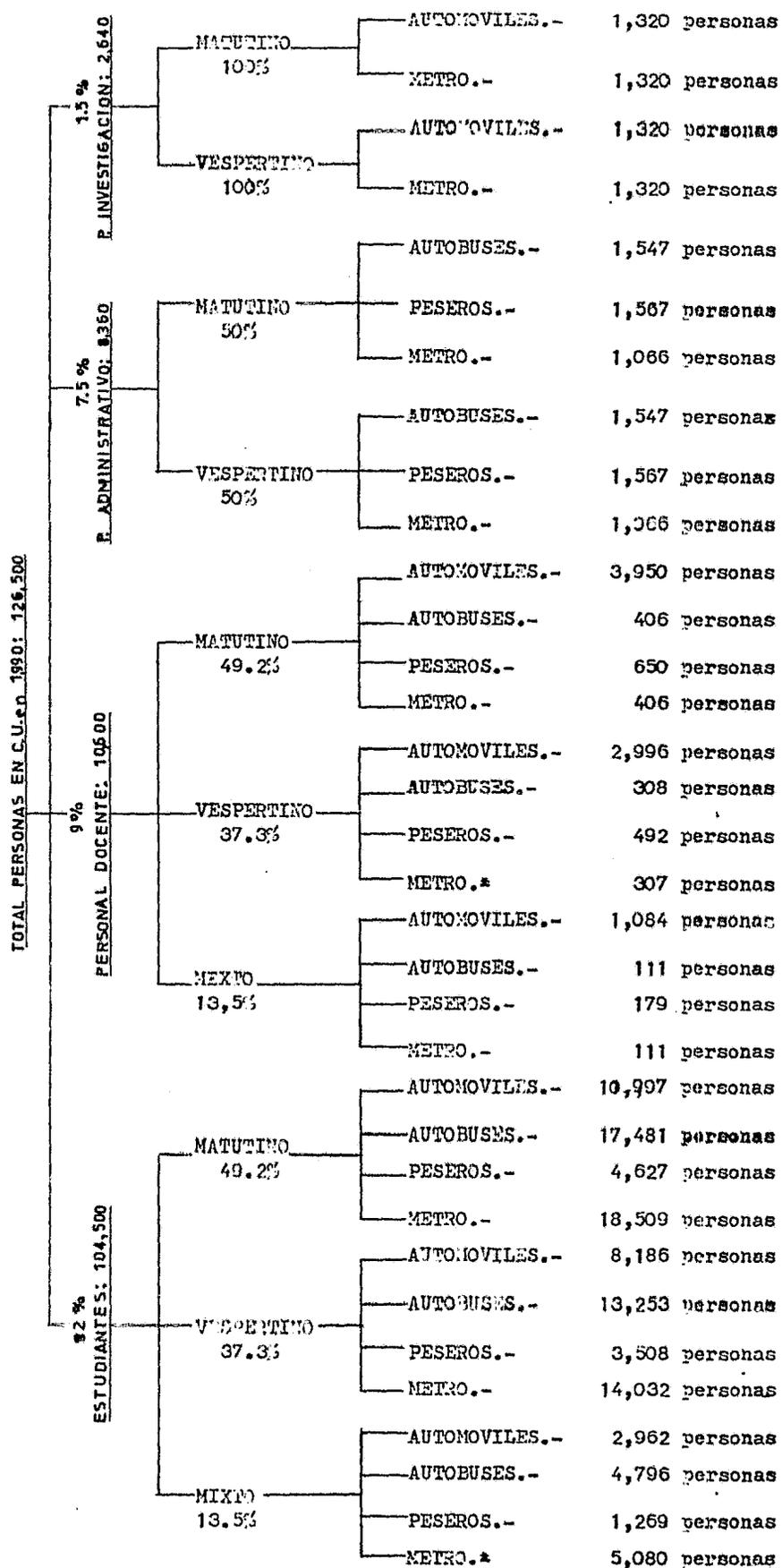
Para la evaluación de la demanda de estacionamiento se obtiene la distribución vehicular por turnos, por lo que se recurre a los datos porcentuales de la tabla 3 de la pag. 14, considerando esta misma distribución para el personal Docente. Para el Personal Administrativo se consideró la mitad en la mañana y la otra mitad en la tarde. El personal de Investigación se le mantiene constante todo el día, con dos vueltas diarias.

Ahora para la distribución de alumnado por medio de transporte se utiliza la forma simplificada que aparece en las páginas 26 y 27 del presente trabajo, con los índices de ocupación de 1.4 personas/automovil (promedio de los considerados en las tablas de las páginas anteriores), 80 pasajeros/autobus y 6 personas/pesero.

En base a lo anterior se desarrollan los diagramas de árbol de las hojas siguientes:

TOTAL PERSONAS EN C.U. en 1983: 115,570





Ahora en base a los diagramas de arbol de las hojas anteriores se obtienen los siguientes cuadros sinopticos:

A Ñ O D E 1 9 8 3

TURNO MIXTO:

No. de AUTOMOVILES 3,781 personas = 2,700 automoviles

No. DE AUTOBUSES 9,107 personas = 114 autobuses

No. de PESEROS 1,368 personas = 228 peseros

TURNO MATUTINO:

(incluyendo turno mixto)

No. DE AUTOMOVILES . 15,195 pers. = 10,854 + 2,700 = 13,554 en total

No. DE AUTOBUSES ... 36,721 pers. = 459 + 114 = 573 autobuses en t.

No. DE PESEROS 5,784 pers. = 964 + 228 = 1,192 peseros en t.

TURNO VESPERTINO:

(incluyendo los del turno mixto)

No. DE AUTOMOVILES . 11,847 pers. = 8,462 + 2,700 = 11,162 en total

No. DE AUTOBUSES ... 28,567 pers. = 357 + 114 = 471 autobuses en t.

No. DE PESEROS 4,720 pers. = 787 + 228 = 1,015 peseros en t.

Se requieren en este año de 13,554 lugares de estacionamiento como minimo por turno.

A Ñ O D E 1 9 9 0

TURNO MIXTO:

No. DE AUTOMOVILES ... 4,046 personas = 2,890 automoviles

No. DE AUTOBUSES 4,907 personas = 61 autobuses

No. DE PESEROS 1,448 personas = 241 peseros

METRO 5,191 personas.

TURNO MATUTINO:

(incluyendo los del turno mixto)

No. DE AUTOMOVILES . 16,067 pers. = 11,476 + 2,890 = 14,366 en total

No. DE AUTOBUSES: .. 19,434 pers. = 243 + 61 = 304 autobuses en tot.

No. DE PESEROS 6,844 pers. = 1,141 + 241 = 1,328 peseros en t.

METRO 21,301 personas + 5191 = 26,492 personas en tot.

TURNO VESPERTINO:

(incluyendo los del turno mixto)

No. DE AUTOMOVILES . 12,502 pers. = 8,930 + 2,890 = 11,820 en total

No. DE AUTOBUSES ... 15,106 pers. = 169 + 61 = 250 autobuses en t.

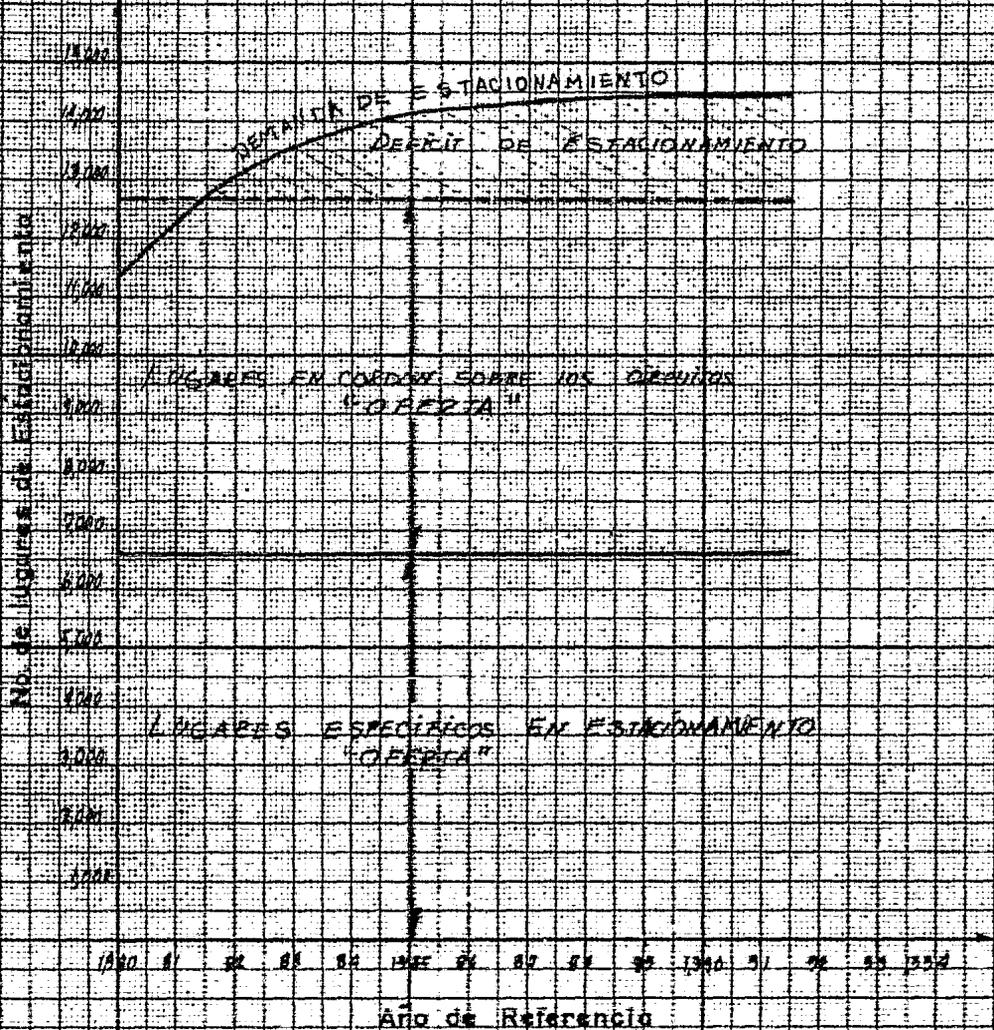
No. DE PESEROS 5,557 pers. = 928 + 241 = 1,169 peseros en t.

METRO 16,725 personas + 5,191 = 21,916 personas en t.

Se requieren en este año de 14,366 lugares de estacionamiento como minimo por turno.

Un enfoque objetivo o grafico de la evaluación ex-post de estacionamiento en Toda la zona de circuitos de C.U., se muestra en la figura 13 de la pagina 44.

SUPERPOSICION DE OFERTA Y DEMANDA
DE ESTACIONAMIENTO EN EL TRANCURSO
DE LOS AÑOS



Forma Agregada o total de CU.

Figura No. 13

B).- EVALUACION EX-POST DE LA CIRCULACION.

En la obtención de la Demanda de Estacionamiento, nos damos una idea general del número de personas y vehículos que confluyen a Ciudad Universitaria, pero no nos da una visión concreta de la situación de circulación en los circuitos, vías de acceso y periféricas, para lo cual se hace referencia a la siguiente conceptualización teórica:

La deficiencia de circulación se mide en base a 2 factores que son: Accidentes y Congestionamiento, saliendo de los alcances del presente estudio el factor de accidentes. El Congestionamiento es debido al movimiento deficiente de los vehículos, pudiéndose medir este comparando la velocidad promedio que desarrollan los vehículos en la vía por analizar contra una velocidad patrón obtenida empíricamente. Para el caso de los circuitos escolares, se estableció arbitrariamente como flujo de tránsito funcional, aquel que tenga una velocidad media de tramo mayor de 15 km/hr.

Para medir la calidad de servicio que prestan los circuitos y las vías periféricas, se usa el concepto de "Nivel de Servicio", siendo este una medida cualitativa del efecto que pueden tener en la capacidad los múltiples factores que la afectan.

Los estudios realizados por la junta de investigación vial de los Estados Unidos*¹ fijan seis Niveles de Servicio: A, B, C, D, E y F; correspondiéndole al Nivel De Servicio "A" Volúmenes de Tránsito bajos y desarrollo de altas Velocidades, mientras que al Nivel de Servicio "F" le corresponden altos volúmenes de Tránsito y bajas Velocidades de Operación, siendo estos síntomas de Congestionamiento.

Los Factores a considerar para identificar el Nivel de Servicio son la Velocidad y la Relación entre Volumen de Demanda u Operación y Capacidad (V/C).

La Capacidad Vial tiene un intervalo de valores que van desde los 2,000 veh/hora/carril, para autopistas de condiciones ideales, hasta unos 300 veh/hora/carril, en una zona urbana de calles viejas y angostas, con gran porcentaje de vehículos pesados y fuerte

*.1.- Referencia No. 5, pag. 115.

volumen de vueltas. Se considero este último valor como representativo de la Capacidad de los circuitos Escolares.

El Volumen de Demanda o Servicio debe ser una fracción de la Capacidad en Condiciones Ideales, por lo que el rango de valores aceptables de la relación V/C es de 0 a 1; valores mayores entran al nivel de servicio "F", siendo esto indicación de la necesidad de un cambio operacional o estructural de dichas vías.*.2

Tanto el Sistema Vial de Ciudad Universitaria como las vías periféricas y de acceso tienen un rango de variaciones horarias los días de máxima demanda como las mostradas en la figura No. 14 de la pag. 47.

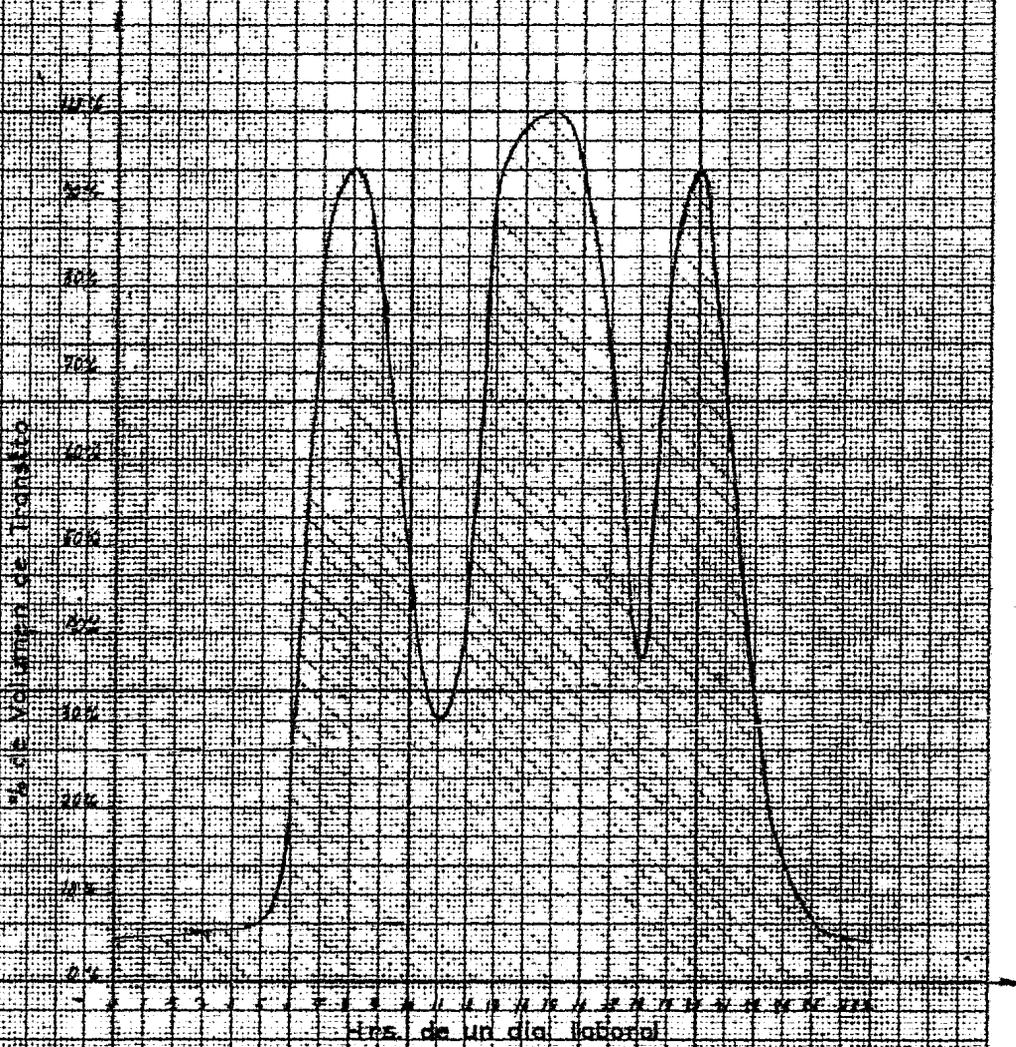
B.1).- NIVEL DE SERVICIO DE ACCESOS Y CIRCUITOS.

Para la evaluación del Nivel de Servicio de los circuitos y vías de acceso con más problemas de congestionamiento, se hizo un estudio que arrojó los datos tabulados en la tabla No. 13 de la pag. 48, de la cual se dedujo lo siguiente:

- Todas las velocidades registradas están por abajo de la velocidad mínima aceptable de 15 km/hr.
- Todos los tramos viales aforados tienen una relación de Volumen de Demanda entre Capacidad con valores mayores a la unidad.

Con base a lo anterior expuesto, concluimos que los tramos de circuito y vías de acceso aforados, reflejan condiciones inaceptables para un flujo de tránsito eficiente.

*.2.- tabla # 35, pag. 192, referencia No. 6.



Variación horaria porcentual de Volúmenes de Tránsito en CU y su entorno de 1er orden

Figura No. 14

obtenida empíricamente.

TRAMO DE VIA Ó CIRCUITO	VELOCIDAD MEDIA DE TRAMO	AFORO MEDIO EN LA H.M.D.	NUMERO DE CARRILES	VOL. E DEMANDA Veh/hr /Carr.	RELACION V/C. Volum. de Demanda a Capacidad	Nivel de Servicio
Av. Cerro del Agua (entrada)	10 km/hr.	1,940 aut./hr. 33 cam/hr.	3	658	2.16	"F"
Circuito Escalar entre circuitos Nos. 3 y 4	10.3 km/hr.	780 aut./hr. 60 cam/hr.	1	840	2.8	"F"
Circuito Interior o Paseo de las facultades, dirección F. de Med.-Av. Universidad	7 km/hr.	511 aut./hr. 10 cam/hr.	1	521	1.73	"F"
Circuito Escolar, entre Psicología y Derecho, dentro del cuito No. 3	7 km/hr.	230 aut./hr.	1	230	0.76	"F"
Circuito Interior, Paseo de las Facultades (dirección av. Universidad - F. de Med.)	7 km/hr.	805 aut./hr. 40 cam/hr.	1	845	2.8	"F"
Circuito Exterior, dirección Cerro del Agua - Axo. de Ing.	9.4 km/hr.	627 aut./hr. 2 cam/hr.	1	629	2.1	"F"
Av. Cerro del Agua (salida)	6.8 km/hr.	1,344 aut./hr. 8 cam/hr.	3	451	1.5	"F"
MEDIA DE DATOS	8.2 km/hr.	891 aut./hr. 26 cam/hr.		596	2.0	"F"

T A B L A No. 13

CAPITULO V

DIAGNOSTICO CAUSA-EFECTO.

V.- DIAGNOSTICO CAUSA-EFECTO.

El Diagnostico Causa-Efecto es la búsqueda y seguimiento de la cadena de circunstancias y problemas últimos razonables que originan el problema objetivo del estudio, que en este caso vamos a enfocarlo al problema de Congestionamiento en los Circuitos de la Ciudad Universitaria. A este respecto podemos decir por observación de dichos circuitos en los momentos de congestionamiento, que en las horas de máxima demanda estos operan con 2/3 partes de vialidad ocupadas por vehículos estacionados, o sea con vehículos estacionados a ambos lados de cada sentido de circulación de los circuitos, disminuyendo así el área de rodamiento y capacidad de circulación. Este problema podría plantearse desde los siguientes puntos de vista: 1.- Insuficiencia de estacionamiento para la demanda real; 2.- Necesidad de más y mejores medios masivos de transportación; 3.- Necesidad de construcción de más vías o circuitos de circulación, o ampliación de estos.

Con respecto al primer punto, en la etapa de evaluación expost, se hizo un balance oferta-demanda de estacionamiento global de Ciudad Universitaria, pero no se consideraron factores tales como: si son utilizados todos los circuitos para estacionarse, en que zonas o facultades son insuficientes las longitudes de los circuitos, así como sus respectivas zonas propias de estacionamiento. Por lo que se procede a continuación hacer el mismo tipo de balance oferta-demanda de estacionamiento pero de una manera desagregada o zonificada. Para tal efecto se recurre a los datos de población por facultades que publican en los anuarios estadísticos y se obtiene los porcentajes promedio del total de población para cualquier año, reagrupandolas en 6 zonas de la "A" a la "F" y obteniendo la longitud de circuito potencial utilizable como estacionamiento, tabulados en la tabla siguiente:

TABLA # 14

FACULTAD O ESCUELA	% DEL TOTAL DE POBLACION EN C. U.	LONGITUD DE CIRCUITO (en MTS.)	
		1 SENTIDO	2 SENTIDOS
A.- FACULTAD DE ARQUITECTURA	6.7%	300	
A.- FACULTAD DE INGENIERIA	5.9%	300	
A.- FACULTAD DE QUIMICA.....	4.5%	250	
B.- ANEXO DE INGENIERIA	5.9%	300	
B.- FAC. DE CONTADURIA Y ADMON.	16.2%	300	
B.- ESC. NAL. DE TRABAJO SOCIAL	2.0%	300	
C.- FACULTAD DE CIENCIAS	5.2%	200	200
C.- FAC. DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOT. ..	4.0%	300	
D.- FAC. DE FILOSOFIA Y LETRAS	6.4%	250	
D.- FAC. DE DERECHO	10.2%	250	
D-E.- FAC. DE ECONOMIA	4.4%	200	
E.- FAC. DE CIENCIAS POLITICAS Y SOC.	7.8%	150	
E.- FAC. DE ODONTOLOGIA	5.0%	200	
E.- FAC. DE MEDICINA	12.7%	150	
F.- FAC. DE PSICOLOGIA	3.5%	300	

*.- sentidos de circulación potenciales para estacionamiento.

DESCRIPCION DE ZONAS:

- A.- Facultades situadas lateralmente al tramo de circuito escolar entre el inicio de la zona de influencia de la Fac. de Quimica hasta la terminal de camiones.
- B.- Facultades situadas lateralmente al tramo de circuito exterior entre el Instituto de Ingenieria y la Esc. Nacional de Trabajo social.
- C.- Zona lateral al tramo de circuito de Investigación Científica y circuito exterior, entre la Facultad de Ciencias y la Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia.
- D.- Zona lateral del circuito Interior entre la Facultad de Economía y la Facultad de Medicina.

E.- Zona lateral del circuito de union entre Av. Insurgentes y el Circuito Interior a la altura de la Facultad de Economía.

F.- Zona comprendida en el circuito diagonal de union entre la Avenida Insurgentes y Universidad.

A continuación se obtiene la oferta de estacionamiento desagregada, de zonas propias de estacionamiento y zonas de influencia sobre los circuitos.

Para la obtención del número de lugares de estacionamiento sobre los circuitos se obtienen 2 columnas, una considerando 2 cordones de estacionamiento por sentido de circulación (situación real actual) y la otra considera solo un cordon de estacionamiento por sentido de circulación (para consideraciones posteriores).

A continuación se tabulan dichos datos:

TABLA # 15

FACULTAD O ESCUELA	LUGARES PROPIOS DE ESTACIONAMIENTO	L. SOBRE LOS CIRCUIT.	
		1 cordon	2 cordones
A.- FAC. DE ARQUITECTURA	420*	100	200
B.- FAC. DE INGENIERIA	656	100	200
A.- FAC. DE QUIMICA	478	83	166
B.- ANEXO DE INGENIERIA	252	50	100
B.- FAC. DE CONTADURIA Y ADMON.	680	50	100
B.- ESC. NAL. DE TRABAJO SOCIAL	228	50	100
C.- FAC. DE CIENCIAS	472	100	200
C.- FAC. DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOT. ...	192	50	100
D.- FAC. DE FILOSOFIA Y LETRAS	432	83	166
D.- FAC. DE DERECHO	556	83	166
D-E.- FAC. DE ECONOMIA	312	66	133
E.- FAC. DE CIENCIAS POLITICAS Y SOC.	288	50	100
E.- FAC. DE ODONTOLOGIA	212	66	133
E.- FAC. DE MEDICINA	536	50	100
F.- FAC. DE PSICOLOGIA	168	50	100
AaF.- INSTITUTOS DE INVESTIGACION***	1,316		
TOTALES	7,198	1,031	2,064

*.- considerando el estacionamiento adyacente a la central camionera.

***.- Es la suma de lugares de estacionamiento de los Institutos de Investigaciones Antropológicas, Ingeniería y zona de Institutos localizados en el circuito de Investigación Científica.

DEMANDAS LESAGREGADAS DE ESTACIONAMIENTO.

El siguiente paso es obtener de la misma forma desagregada sus respectivas demandas. Para tal efecto se consideran los datos de la cantidad de población que utiliza al automóvil como medio de transporte en el año 1980 y su proyección para 1990, localizados en la tabla # 9 pag. 29, así como la distribución porcentual por turnos de los sectores de la población explícita en el primer párrafo de la página 40, que conjugados dichos datos obtenemos - los cuadros sinópticos siguientes:

DATOS DE 1980

SECTOR Y No. DE POBLACION	No. DE AUTOS CORRESPONDIENTE	DISTRIBUCION PORCENTUAL POR TURNOS	TOTAL AUTOS
		Matutino .. 49.2%	
		62.7%	- 5,982
P. ESTUDIANTIL ... 16,220	9,541	Mixto 13.5%	
		50.8%	- 4,847
		Vespertino 37.3%	
		Matutino . 49.2%	
		62.7%	- 4,188
PERSONAL DOCENTE .. 6,680	6,680	Mixto 13.5%	
		50.8%	- 3,393
		Vespertino 37.3%	
		Matutino 100.0%	----- 1,228
P. DE INVESTIGACION 1,228	1,228	Vespertino 100.0%	----- 1,228
		<u>MATUTINO INCL. MIXTO</u>	<u>- 11,398</u>
<u>TOTAL DE C.U.</u> ----- 24,128	17,449	<u>VESPertino IN. MIXTO</u>	<u>-- 9,468</u>

DATOS DE 1990

		Matutino . 49.2%	
		62.7%	- 8,110
P. ESTUDIANTIL ... 21,990	12,935	Mixto 37.3%	
		50.8%	- 6,571
		Vespertino 13.5%	
		Matut. + Mixto	62.7% - 5,035
PERSONAL DOCENTE .. 8,030	8,030	Vesp. + Mixto .	50.8% - 4,079
		Matutino	100.0% - 1,160
P. DE INVESTIGACION 1,160	1,160	Vespertino ...	100.0% - 1,160
		<u>MATUTINO INCL. MIXTO</u>	<u>- 14,305</u>
<u>TOTAL DE C.U.</u> ----- 31,180	22,125	<u>VESPertino INCL. MIXTO</u>	<u>- 11,815</u>

A continuación se procede a obtener la demanda desagregada de automóviles por facultades, tomando los datos totales de automóviles diarios que confluyen a C.U. para 1980* y 1990* de los cuadros sinópticos anteriores (pag. 52), distribuyéndolos de acuerdo a los porcentajes del total de población por facultades, contenidos en la tabla No. 14 pag. 50.

*.- Solo se toma en cuenta el turno matutino incluyendo el mixto, debido a que es la condición más desfavorable.

TABLA # 16.

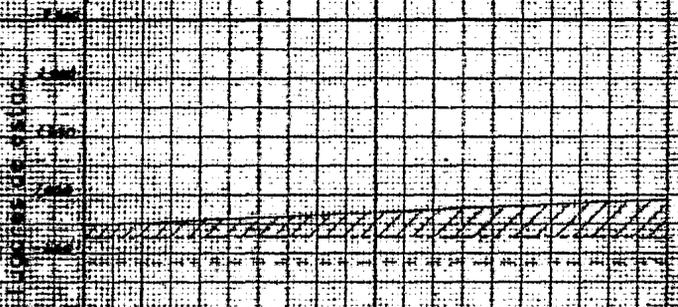
FACULTAD O ESCUELA	% DEL TOTAL DE C.U.	No. DE AUTOS CORRESP.	
		AÑO 1980	AÑO 1990
A.- FAC. DE ARQUITECTURA	6.7%	746	958
A.- FAC. DE INGENIERIA	5.9%	650	815
A.- FAC. DE QUIMICA	4.5%	513	644
B.- ANEXO DE INGENIERIA	5.9%	650	815
B.- FAC. DE CONTADURIA Y ADMON.	16.2%	1,846	2,317
B.- ESC. NAL. DE TRABAJO SOCIAL	2.0%	228	286
C.- FAC. DE CIENCIAS	5.2%	593	744
C.- FAC. DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOT. ..	4.0%	456	572
D.- FAC. DE FILOSOFIA Y LETRAS	6.4%	729	916
D.- FAC. DE DERECHO	10.2%	1,163	1,459
D-E.- FAC. DE ECONOMIA	4.4%	502	629
E.- FAC. DE CIENCIAS POLIT. Y SOC.	7.8%	889	1,116
E.- FAC. DE ODONTOLOGIA	5.0%	570	715
E.- FAC. DE MEDICINA	12.7%	1,448	1,817
F.- FAC. DE PSICOLOGIA	3.5%	399	501
TOTALES:	100.0%	11,400	14,304

Ahora con los datos de oferta de estacionamiento por Facultades de la tabla No. 15 y demandas respectivas de la tabla No. 16, obtenemos las graficas oferta-demanda desagregada por facultades:

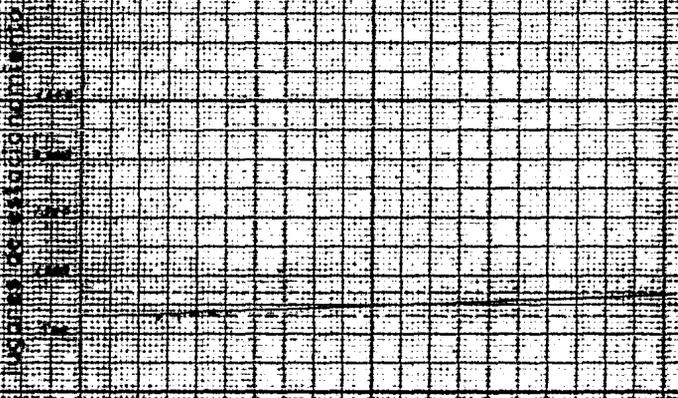
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE ESTACIONAMIENTO

DESAGREGADO POR FACULTADES

- demanda
- lugares sobre los circuitos propios de estacionamiento
- demanda insatisfecha



Año de referencia
Fac. de Arquitectura



Año de referencia
Fac. de Ingeniería

Escuela de Ingeniería

Escuela de Ingeniería

1980

1982

1985

año de referencia

FAC. DE QUÍMICA

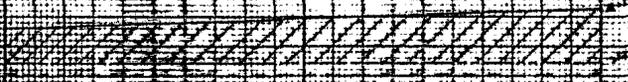
1980

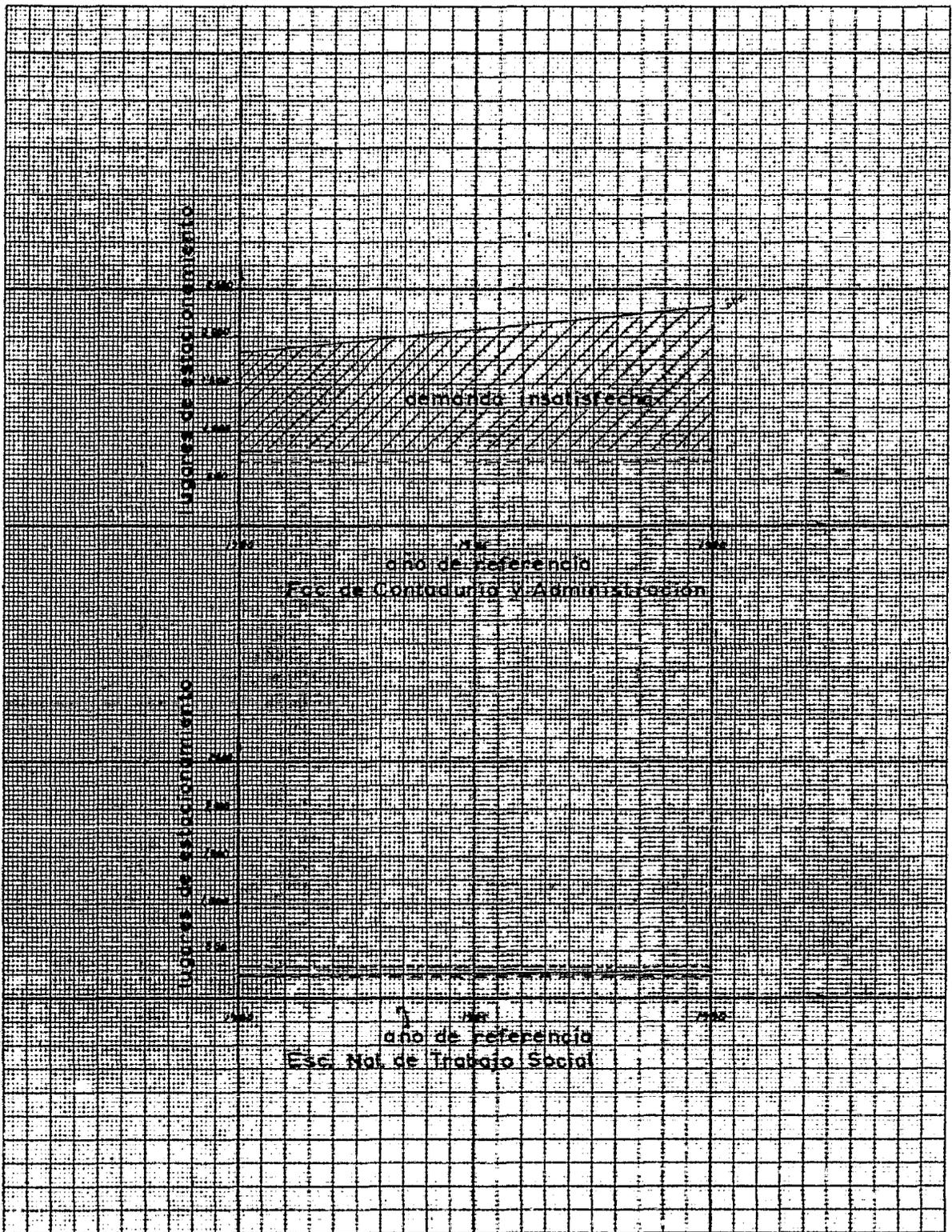
1982

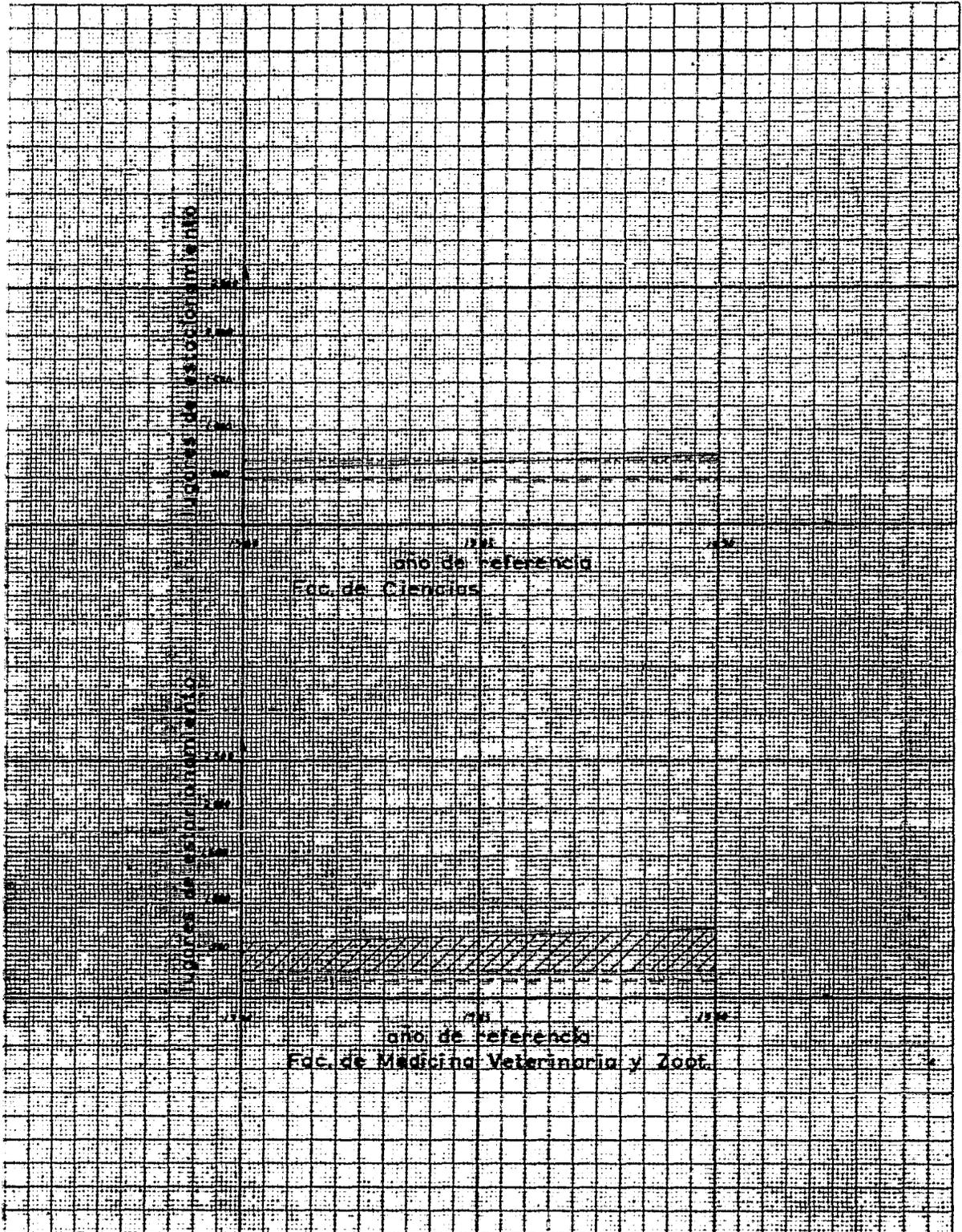
1985

año de referencia

FAC. DE INGENIERÍA - Anexo

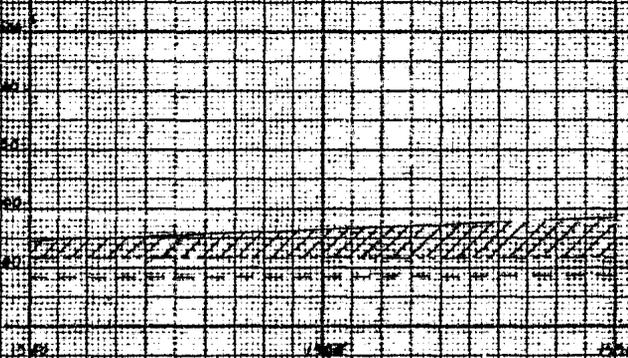




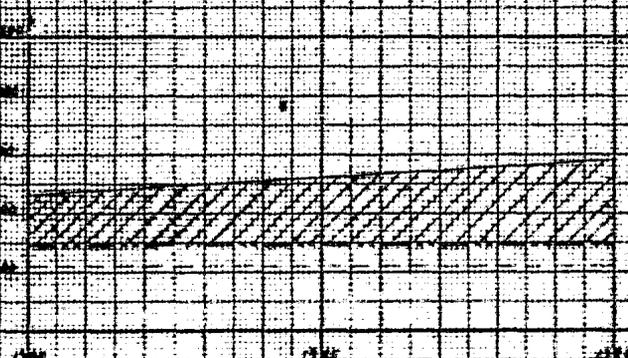


Logaritmo de la productividad

Logaritmo de la productividad



año de referencia
Fac. de Filosofía y Letras



año de referencia
Fac. de Derecho

Ingresos de establecimiento

1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960

1950

1955

1960

año de referencia
Fac. de Economía

Ingresos de establecimiento

1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960

1950

1955

1960

año de referencia
Fac. de Ciencias Políticas y Sociales

lugares de estacionamiento

750
700
650
600
550
500

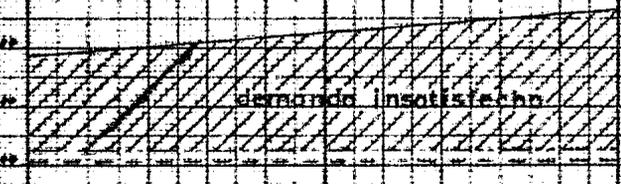


1960 1965 1970

año de referencia
Fac. de Odontología

lugares de estacionamiento

700
650
600
550
500



1960 1965 1970

año de referencia
Fac. de Medicina

Logaritmo de estos

1940

1942

1944

año de referencia
Fac. de Psicología

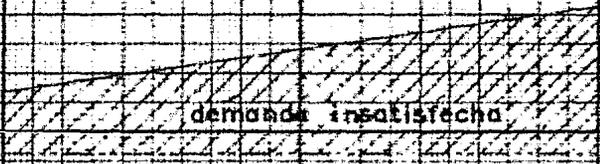
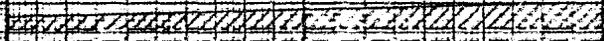
Logares de asignación

1940

1942

1944

año de referencia
Total acumulado



Por otro lado también los problemas de Congestionamiento del Sistema Vial de Ciudad Universitaria son a causa de factores externos a este, como es el caso de las salidas de Av. Cerro del Agua y la de Av. Universidad principalmente, en donde se padecen grandes colas de congestionamiento debido a una falta de capacidad de la vía y por otro lado a las intersecciones cercanas que trabajan con un nivel de Servicio bajo, Para tener una apreciación cuantitativa de lo anteriormente mencionado, así como para base para los diseños alternativos de solución, se hace el estudio de tránsito o Circulación para estas intersecciones.

En una intersección rara vez se encontrará que todos los accesos trabajen en las mismas condiciones, por lo que para la evaluación de su nivel de Servicio se hace referencia a la relación Volumen a Capacidad de cada acceso que entronca a la intersección.

Los datos de Volúmenes de Servicio o Demanda y sus respectivos movimientos direccionales fueron tomados de aforos realizados por COVITUR, a los cuales se le agregaron los volúmenes futuros para 1990, en base a una tasa global de crecimiento de 22.8%, obtenida a partir de los datos de No. de Vehículos que confluyen a C.U. y su entorno de 1er. orden para los años de 1980 y 1990 de las tablas Nos. 9, 10 y 11, pags. 29, 31 y 34:

<u>AÑO</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>
No. total de Vehículos	20,485	25,165
Tasa global de crecimiento	22.8%	

Para el estudio de la Capacidad por acceso de las intersecciones se utilizan los métodos de curvas dadas por "the Highway Capacity Manual", pags. 7-22,23,24 y 25, referencia No. 8 (ver - cuadro de referencias).

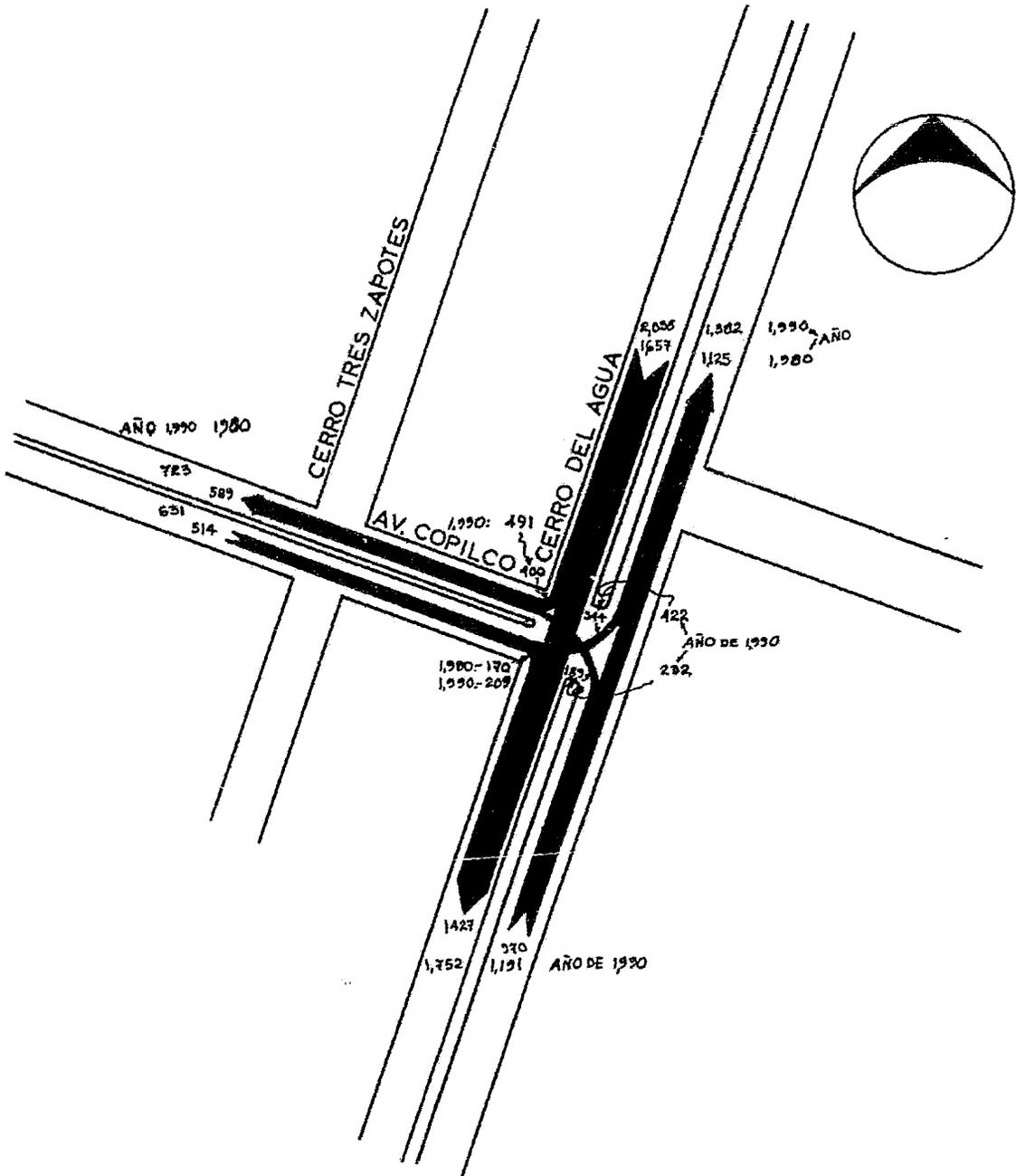
INTERSECCION AV. CERRO DEL AGUA Y AV. COPILCO.

a).- Acceso de Av. Copilco -- entronque Cerro del Agua.

Datos generales:

- 10% de Vehículos comerciales.
- 30% de vueltas direccionales derechas.
- 67% de vueltas direccionales izquierdas
- permitido el estacionamiento lateral

ESCALA: 1:125



VOLUMENES GLOBALES Y DIRECCIONALES 1981
AV. COPILCO Y CERRO DEL AGUA

HORA DE MAXIMA DEMAN-
DA: 8:30- 9:30 HRS.
FECHA DE AFORO:
26-VI-81

- Ancho del acceso (los 2 sentidos) = 13.3 mts. o 43.54 feet.
- (C).- tiempo del ciclo del semaforo = 94 seg.
- (G).- tiempo de verde del semaforo = 30 seg. $G/C = 0.32$

Resultados:

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relación V/C
1980	514 Veh/hr	320 Veh/hr	1.6
1990	631 Veh/hr	320 Veh/hr	1.97

b).- Acceso de Av. Cerro del Agua sentido norte-sur.

Datos generales:

- 13% de Vehículos comerciales.
- 24.13% de vueltas direccionales derechas
- sin estacionamiento lateral.
- Ancho del acceso "W" (2sentidos) = 18 mts. o 59 feet.
- (C).- tiempo del ciclo del semaforo = 94 seg.
- (G).- Tiempo de verde = 45 seg. + vuelta 30 seg. $G/C = 0.8$

Resultados:

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relacion V/C
1980	1,657 Veh/hr		2.2
1990	2,035 Veh/hr	750 Veh/hr	2.7

c).- Acceso Av. Cerro del Agua sentido sur-norte.

Datos generales:

- 13% de vehiculos comerciales
- 19.5% de vueltas direccionales izquierdas
- un cordon de estacionamiento
- ancho del acceso "W" (2 sentidos) = 18 mts = 59 feet.
- (C) tiempo del ciclo 94 seg.
- (G) tiempo del verde = 51 seg. $G/C = 0.54$

Resultados:

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relacion V/C
1980	970 Veh/hr		1.2
1990	1,191 Veh/hr	809 Veh/hr	1.5

INTERSECCION AV. UNIVERSIDAD Y AV. COPILCO.

A).- Acceso de Av. Universidad, sentido norte - Sur.

Datos Generales:

- 17 % de Vehiculos comerciales
- 4 % de vueltas direccionales derechas
- 13.6 % de vueltas direccionales izquierdas
- un cordon de vehiculos estacionados
- ancho del acceso "W" (2 sentidos) = 12 mts o 39.37 feet
- (C) tiempo del ciclo = 100 seg.
- (G) tiempo de verde y flecha con rojo = 18 + 16 seg $G/C = 0.34$

Resultados:

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relacion V/C
1980	1,496 Veh/hr	468 Veh/hr	3.2
1990	1,837 Veh/hr	" "	3.9

B).- Acceso de Av Universidad sentido C.U. -- norte.

Datos Generales:

- 15 % de Vehiculos comerciales
 - 16.8 % de vueltas direccionales derechas
 - 50 % de vueltas direccionales izquierdas
 - un cordon lateral de vehiculos estacionados
 - ancho del acceso "W" (2 sentidos) = 12.05 mts o 39.5 feet.
 - (C).- tiempo del ciclo 100 seg.
 - (G).- tiempo de verde mas flecha con rojo 18 + 16 = 34 seg.
- $G/C = 0.34$

Resultados:

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relación V/C
1980	1,321 Veh/hr	368 Veh/hr	3.6
1990	1,622 Veh/hr	368 Veh/hr	4.4

C).- Acceso de Av. Copilco sentido Insurgentes - Universidad.

Datos Generales:

- 14 % de Vehiculos comerciales
- 7.2 % de vueltas direccionales derechas
- 62.5 % de vueltas direccionales izquierdas
- un cordon lateral de vehiculos estacionados
- ancho del acceso "W" (2 sentidos) = 5.9 mts = 22.64 feet

secciones:

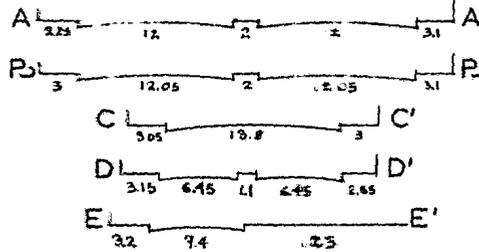
Av. Universidad A-A'

Av. Universidad B-B'

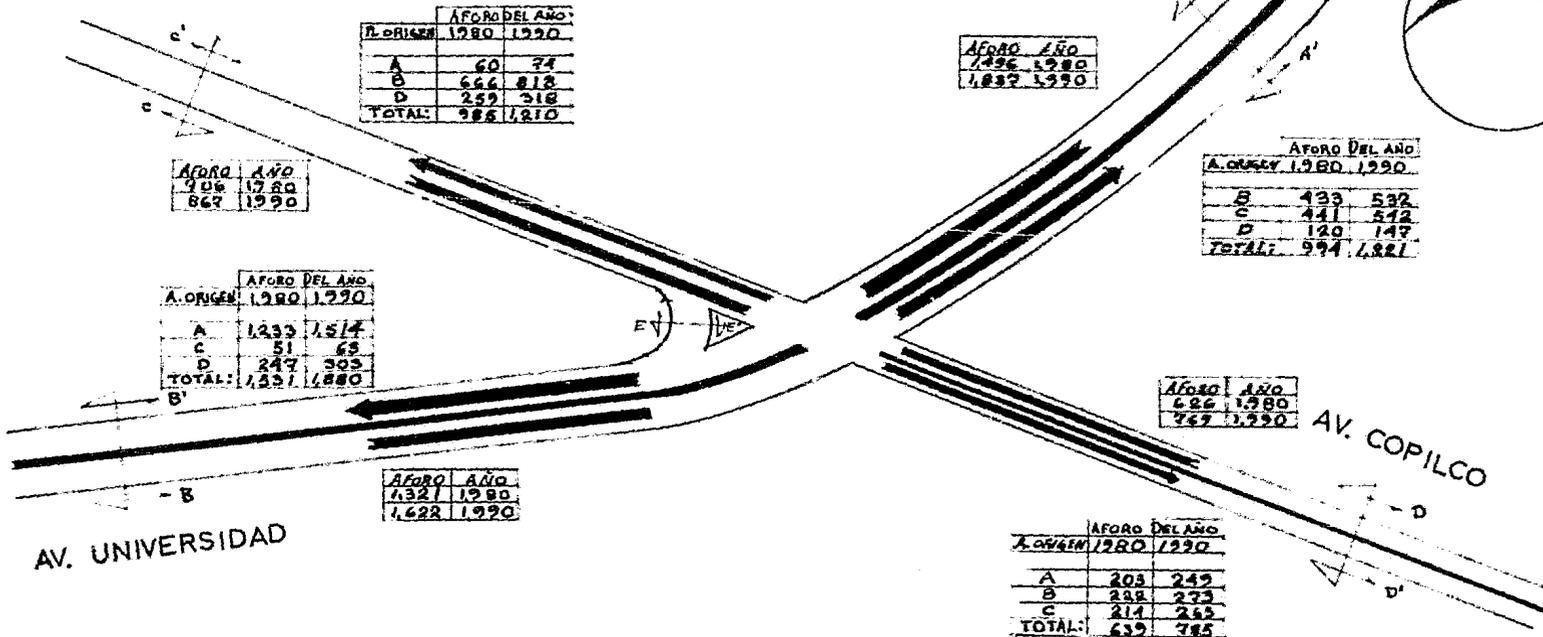
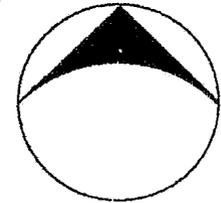
Av. Copilco C-C'

Av. Copilco D-D'

Av. Cop- Univ. E-E'



escala: 1:20



DDF - COVITUR
 VOLUMENES DIRECCIONALES 1980
 AV. UNIVERSIDAD - COPILCO.

FECHA DE AFORO
 4 - OCT - 1980
 HORA DE MAXIMA DEMANDA
 7:00 a 8:00 HRS.

- (C).- tiempo del ciclo 100 seg.
- (G).- tiempo de verde 27 seg. $G/C = 0.27$

Resultados:

AÑO	Volumen de demanda "V"	Capacidad "C"	Relacion V/C
1980	706 Veh/hr	200 Veh/hr	3.53
1990	867 Veh/hr	200 Veh/hr	4.34

D).- Acceso Av. Copilco sentido Cerro del Agua - Universidad.

Datos Generales:

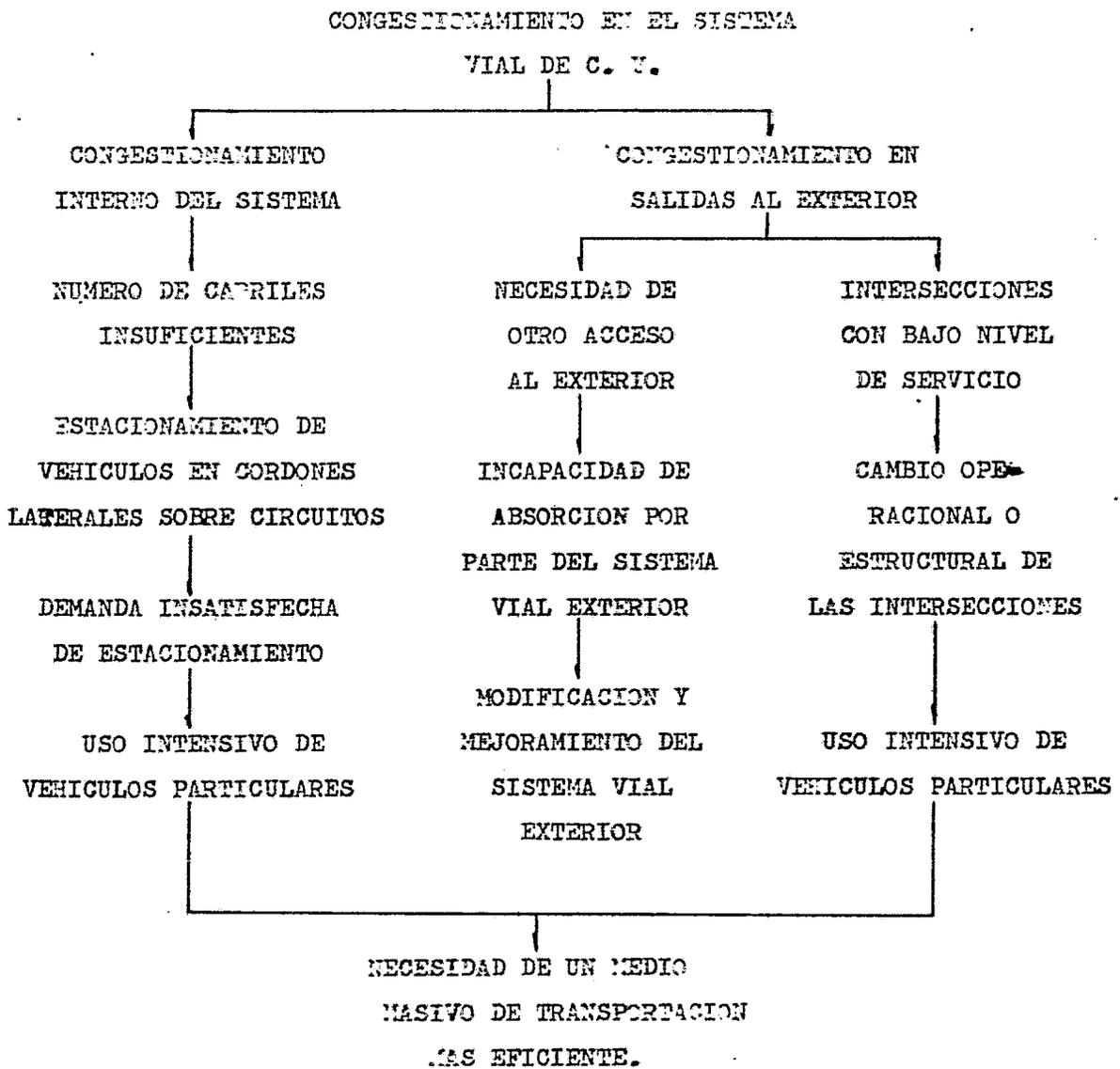
- 14 % de Vehiculos comerciales
- 19.1 % de vueltas direccionales derechas
- 39.4 % de vueltas direccionales izquierdas
- sin cordón de estacionamiento
- ancho del acceso "W" (2 sentidos) = 6.45 mts. o 21.2 feet.
- (C).- tiempo del ciclo = 100 seg.
- (G).- tiempo de verde con flecha = 27 seg. $G/C = 0.27$

Resultados.

AÑO	Volumen de Demanda "V"	Capacidad "C"	Relacion V/C
1980	626 Veh/hr	200 Veh/hr	3.13
1990	769 Veh/hr	" "	3.85

Por lo que podemos inferir que todos los accesos estudiados de las intersecciones anteriores trabajan a un Nivel de Servicio "F", requiriendo estas un cambio operacional o estructural.

Un esquema simplificado del Diagnostico causa-efecto sería el siguiente:



CAPITULO VI

IDENTIFICACION DE ACCIONES ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

VI.- IDENTIFICACION DE ACCIONES ALTERNATIVAS DE SOLUCION.

A).- INTRODUCCION.

Para la elaboración de los diseños alternativos, el punto de partida es la Demanda, ya sea de Circulación, Estacionamiento o Transporte. Los Diseños Alternativos pueden tener 3 niveles:

- 1.- Conceptual
- 2.- De Factibilidad
- 3.- Ejecutivos

Hay 4 componentes importantes a considerar en la elaboración de acciones alternativas de solución:

- 1.- Objetivos.- Resultados que se desean obtener.
- 2.- Variables Controlables.- Son aquellas que puede controlar quien toma las decisiones y que solucionan el problema para cada punto de la cadena del diagnostico, o sea los cursos de acción.
- 3.- Variables Incontrolables.- Son las variables que determinan el medio ambiente, ya sean naturales o artificiales.
- 4.- La óptima relación de las 3 componentes anteriores.

La identificación de opciones se facilita en razón Directa de una buena identificación de la cadena de causalidad o causa-efecto obtenida en la fase del diagnostico.

Se identifican todas variables de solución (controlables) como causas se desprenden de la cadena.

Para conocer más objetivamente el área de donde se puedan seleccionar acciones, se identifican las variables controlables y las no controlables, enlistadas a continuación:

VARIABLES Controlables:

- 1.- Semaforización
- 2.- Tipo de cruceo: nivel (controlado o sin control), a desnivel, etc.
- 3.- Diseño y Localización de estacionamientos.
- 4.- Medios de transporte masivos.
- 5.- Vialidad.
- 6.- Coordinación de los medios de transporte.

VARIABLES NO CONTROLABLES:

- 1.- Edificios existentes y en proyecto.
- 2.- Zonas Verdes.
- 3.- Ubicación de Centros de atracción Comercial, Industrial, Escuelas y diversiones (opcional).
- 4.- Demanda de tránsito.
- 5.- Demanda de estacionamiento.

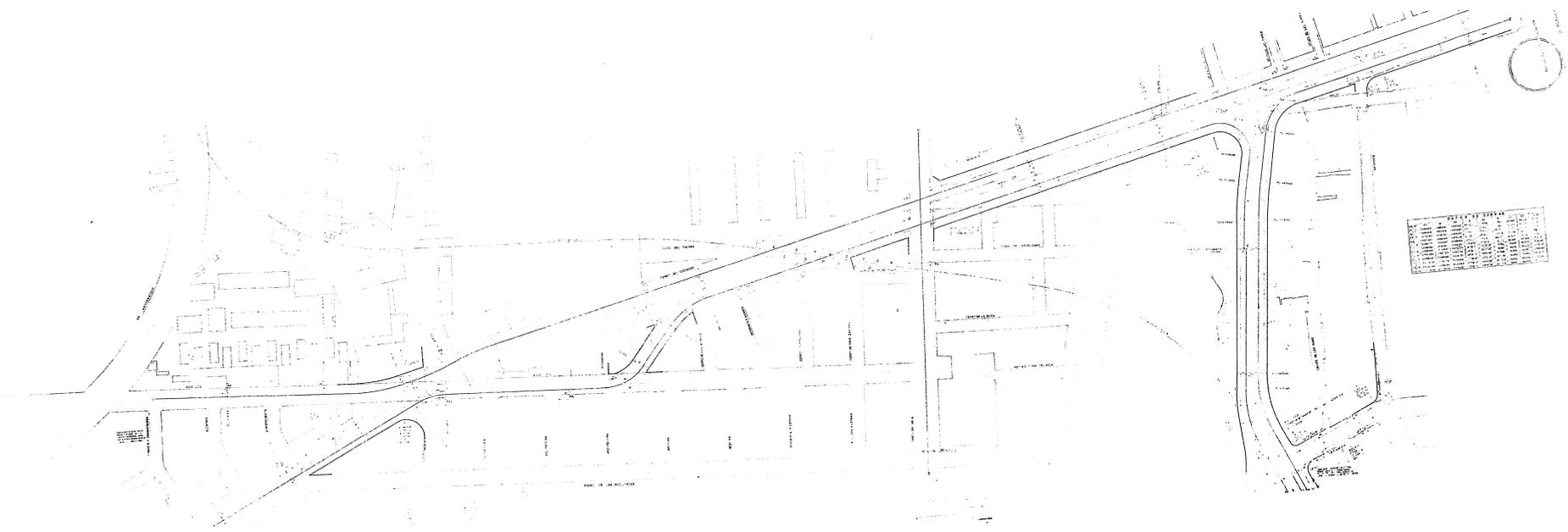
A continuación se desarrolla una Descripción más detallada de las variables no controlables, necesario para fundamentar en buenas bases los diseños de las variables alternativas de solución:

En fechas recientes se concluyó la última etapa de construcción de la extensión de la línea 3-Sur del Metro, en la cual se localizan las estaciones Copilco y Universidad, incluyendo en esta última un estacionamiento de superficie en un área de 33,821 m², con una capacidad de 850 cajones de estacionamiento. También se concluyó la construcción de el eje vial 10-Sur Av. Las Torres. Los detalles de la obra anterior se pueden apreciar en el plano expuesto en la siguiente hoja, elaborado por COVITUR y cuya colaboración agradezco por haberme facilitado la exposición del presente estudio.

Dentro del plan de Desarrollo Urbano del D.F. se incluye el proyecto de dos ejes viales cuyas trayectorias pueden apreciarse en el croquis posterior al plano anteriormente mencionado, cuyas trayectorias están dibujadas con segmentos de rectas atravesando uno de ellos (eje vial 11-Sur) los terrenos de C.U. de oeste a este y el otro colindante en la parte poniente con trayectoria de Sur a Norte.

Así también se encuentran en proceso de construcción obras importantes dentro del sistema, las cuales se describen algunas de las más importantes a continuación:

- 1.- Construcción de un tramo de circuito que une a la zona cultural de C.U. con el circuito de Investigación Científica, cerca de la estación Universidad del Metro.
- 2.- Construcción de nuevas instalaciones para el Instituto de Investigaciones Antropológicas, Facultad de Ciencias Políticas y el Supermercado de los trabajadores de la UNAM,



NO.	DESCRIPTION	DATE	BY
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50





localizados en los costados del nuevo tramo de circuito mencionado en el punto o párrafo anterior.

3.- Un edificio para archivos bibliográficos, localizado enfrente del actual edificio del CENACIT.

Ante estas obras en construcción, me atrevo a suponer que las poblaciones correspondientes a la Fac. de Ciencias Políticas e Instituto de Investigaciones Antropológicas pasaran completamente a las nuevas Instalaciones y que las actuales pasaran a formar parte de alguna de las Instituciones adyacentes sin el aumento de sus poblaciones, suposición un tanto realista debido a la saturación de alumnos en los salones que padecen algunas de las actuales instalaciones como el CELE, Fac. de Medicina, Odontología, etc.

B).- DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DE LAS VARIABLES PARCIALES DE SOLUCIÓN:

Uno de los puntos por atacar en la cadena del diagnóstico es la Demanda Insatisfecha de circulación para lo cual se recomiendan las siguientes variables parciales de solución:

- Implantación de la prohibición de estacionamiento en el cordón derecho de las vías de los circuitos.
- Construcción de recodos o paraderos para ascenso y descenso de pasaje del tipo que actualmente tiene la Fac. de Comercio en todos los puntos que se requiera y que sea factible su construcción.
- Creación de un reglamento de tránsito que especifique restricciones y sanciones necesarias para la buena realización y logro de los objetivos planteados.

Anteriormente ya se había considerado la demanda insatisfecha de estacionamiento, que con la medida prohibitiva en uno de los cordones de las vías de los circuitos esta se ve aumentada a 6,075 lugares para 1990 para el turno matutino incluyendo el mixto. Ahora si consideramos un factor de seguridad de 1.15 que multiplicado por la demanda insatisfecha para 1990, nos conduce a dotar de 7,000 lugares de estacionamiento, divididos según los porcentajes de vehículos particulares correspondientes a cada zona establecida en el diagnóstico.

DEMANDA INSATISFECHA DE

ZONA	PORCENTAJE	ESTACIONAMIENTO PARA 1990
A	7.9%	554
B	28.5%	2,001
C	6.8%	477
D-E	53.0%	3,711*
F	3.8%	267

(Para la descripción de las zonas ver pags. 50 y 51)

*.- En esta zona la demanda insatisfecha se vería disminuida en 1,116 lugares debido a el cambio de la Fac. de Ciencias Políticas y Sociales, resultando una Demanda insatisfecha para esa zona de 2,595 lugares.

Ahora considerando esta demanda zonificada, los lugares propicios y espacios libres, me incline a proponer la siguientes variables de solución por zonas:

ZONA A.- Para absorber la demanda estimada de 554 cajones, - propongo la construcción de dos estacionamientos que para fines - prácticos tomaran la nomenclatura que preside a su descripción correspondiente:

Estacionamiento A.1.- Se construiría en el actual estacionamiento de superficie situado enfrente de la Fac. de Arquitectura a un lado de los gimnasios. Tiene un área de 5,000 m², que con la creación de un edificio de P.B. y 2 niveles, originaría una capacidad de - 179 cajones por nivel, 537 cajones en total.

Estacionamiento A.2.- Se construiría un nivel más sobre el actual estacionamiento de superficie, localizado entre las instalaciones de la alberca y el Instituto de Ingeniería. Tiene un área de 8,000 m², que originaría 286 cajones por nivel, 572 cajones en total.

ZONA B.- Para absorber los 2,000 lugares correspondientes a esta zona, se propone la construcción del estacionamiento B.1, de P.B. y 1er. nivel. Se ubicaría en la zona interior del ángulo obtuso - que forman la intersección del Circuito exterior y el Circuito de Investigación Científica, que con una superficie horizontal de -- 23,000 m², originaría 1,000 cajones de estacionamiento por nivel.

ZONA C.- En esta zona se requieren de 477 cajones, por lo que se propone la construcción de 2 edificios de estacionamientos, descritos a continuación:

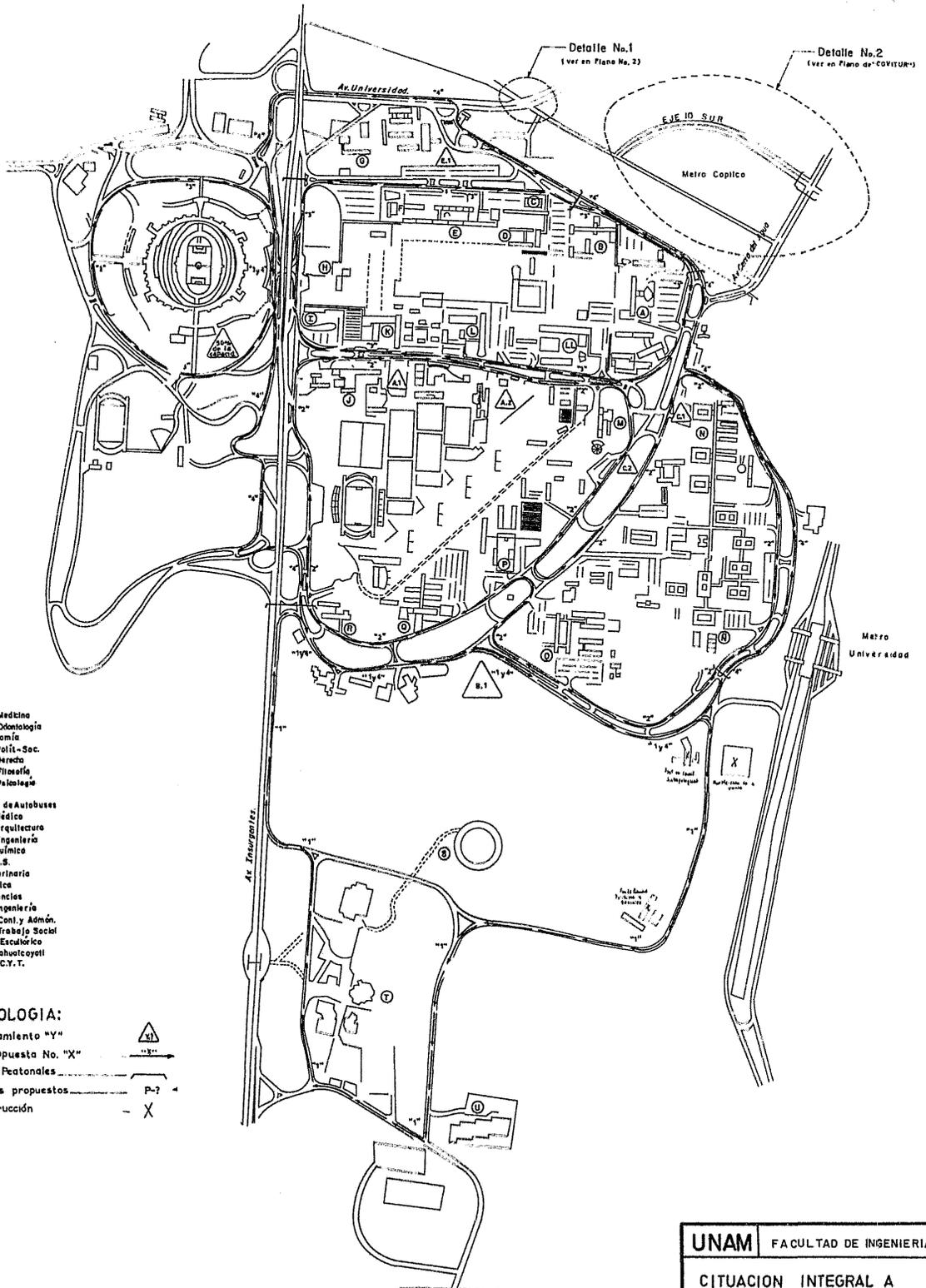
Estacionamiento C.1.- Proyectado sobre los actuales estacionamientos de la Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Constaria de P.B. y 2 niveles, que contando con un área de 3,300 m² se obtienen 360 cajones de estacionamiento, correspondiendole 120 cajones a cada nivel.

Estacionamiento C.2.- Proyectado sobre la isleta de separación de las vias del circuito exterior enfrente del Instituto de Biología. Constaria de una Planta Subterranea y un nivel de superficie con un área de 3,300 m², con lo que la capacidad seria de 234 cajones, o sea 117 cajones por nivel.

ZONAS D-E y F.- En estas zonas se espera tener a mediano plazo, considerando el cambio anteriormente mencionado, un déficit de estacionamiento de 2,862 lugares. Para la satisfacción de esta Demanda insatisfecha esperada se propone utilizar el 50% de la capacidad de estacionamiento de las áreas circundantes del estadio de Ciudad Universitaria, correspondiendole a este porcentaje 980 cajones aproximadamente. La demanda restante se absorvería por medio de la construcción de un edificio de P.B. y 6 niveles (Estacionamiento E.1), con capacidad de 304 cajones por nivel, ubicado en el actual estacionamiento de la Fac. de Derecho, enfrente de esta atravezando el circuito. La superficie ocupada seria de 8,500 m², con una capacidad total de 2,128 cajones.

Dichos estacionamientos podrian tener una tarifa de costo/hora de tal manera que fuera costoso su mantenimiento y vigilancia, con la consecuente satisfaccion del usuario.

Otro problema por atender seria el transporte de personas desde el punto de destino de los medios de transporte masivos externos y estacionamientos a su destino final, por lo que se requiere de la instauración de un sistema de Rutas internas de transportación masiva.



- A - Fac. de Medicina
- B - Fac. de Odontología
- C - E.N. Economía
- D - E.N. Cs. Polit.-Soc.
- E - Fac. de Derecho
- F - Fac. de Filosofía
- G - Fac. de Psicología
- H - Rectoría
- I - Terminal de Autobuses
- J - Centro Médico
- K - Fac. de Arquitectura
- L - Fac. de Ingeniería
- LL - Fac. de Química
- M - T.I. M.A.S.
- N - Fac. Veterinaria
- Ñ - Inst. Física
- O - Fac. Ciencias
- P - Anexo Ingeniería
- Q - Fac. de Cont. y Admón.
- R - E.N. de Trabajo Social
- S - Espacio Escultórico
- T - Sala Nezahualcoyotl
- U - C.O.N.A.C.V.T.

SIMBOLOGIA:

- Estacionamiento "Y"
- Ruta propuesta No. "X"
- Puentes Peatonales
- Paraderos propuestos
- En Construcción

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
CITUACION INTEGRAL A MEDIANO PLAZO	
PLANO No. 1	Fernando Romo Romo.

Para tal fin se proponen 4 Rutas internas de autobuses, esquematizadas en el Plano No. 1 "Cituación Integral a Mediano Plazo" de la siguiente página, en donde se incluye la denominación numérica y sus sentidos de circulación correspondientes.

Por mediciones de campo se obtuvo el número de kilómetros - por Ruta y el tiempo promedio de recorrido, anotados a continuación:

No. de Ruta	No. de Km.	Tiempo de Recorrido
1	5.3km	15.9min.
2	5.8 km.....	17.4min.
3	5.0 km	15.0min.
4	5.7 km	16.8min.

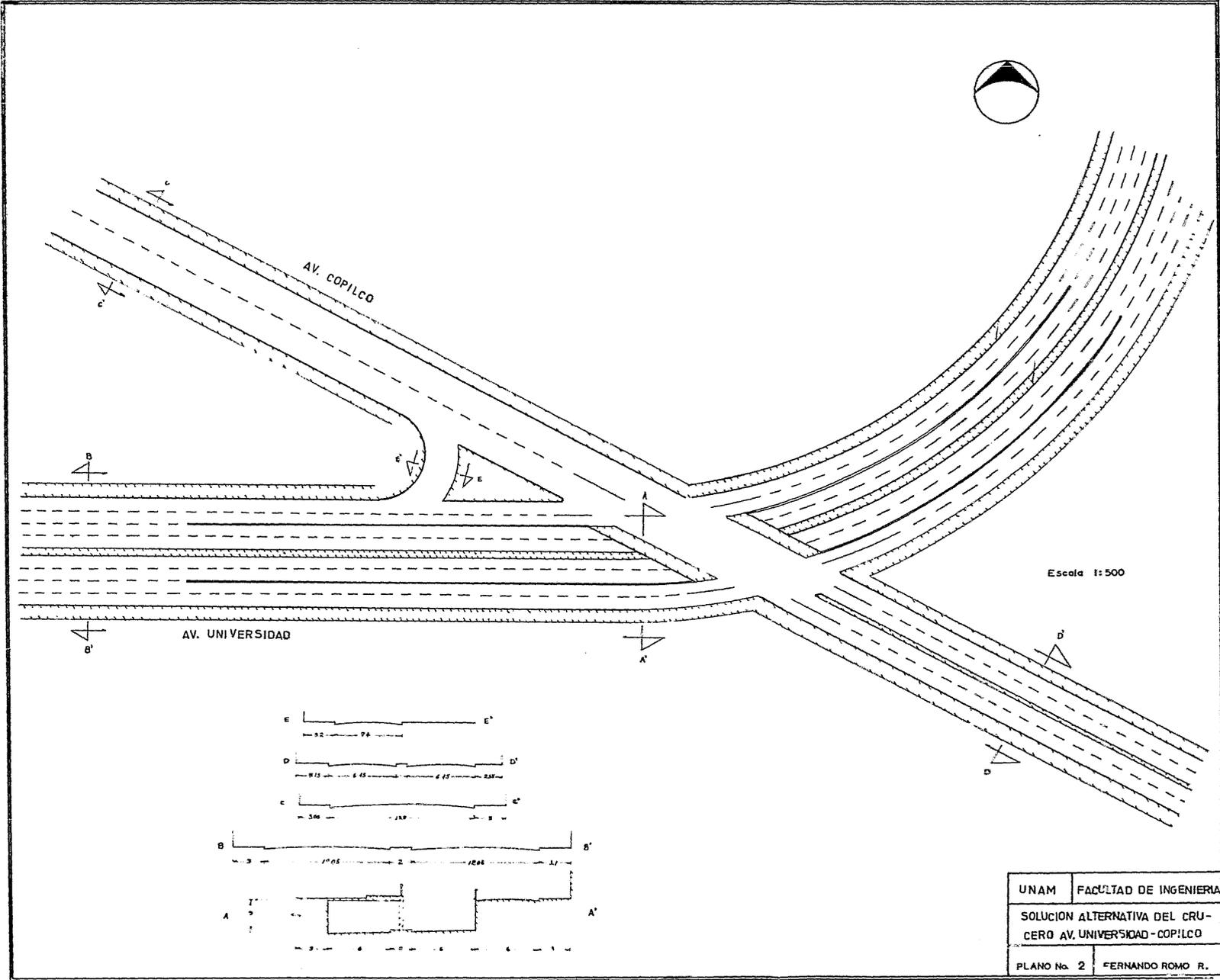
En base a los datos tabulados anteriormente se puede aseverar que con un camión por Ruta es suficiente para dar el servicio necesario, ya que el tiempo de espera de un pasajero sería más o menos de ese mismo orden.

También en el Plano No. 1 mencionado anteriormente se localizan la construcción de puentes peatonales y paraderos de autobuses propuestos.

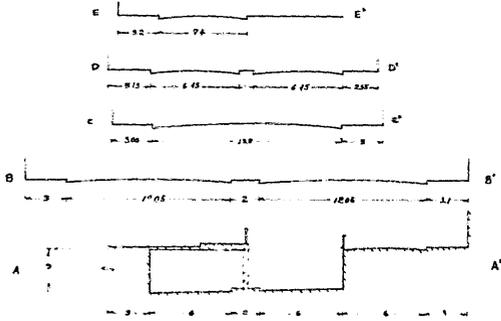
Otro de los problemas que se plantean en la cadena del Diagnóstico es las colas de espera que se tienen en algunas salidas del sistema a causa de problemas del entorno de 1er. orden, por lo que otras variables parciales de solución son:

- Creación de una nueva salida del Sistema, que considerando el proyecto de los ejes viales, y actual construcción del tramo de circuito anteriormente mencionado, nos determina la intersección de estos como el punto más adecuado.
- Cambios operacionales o estructurales de los cruces del entorno de 1er. orden, del tipo propuesto para la intersección de Av. Universidad y Av. Copilco (ver Plano No. 2), este cruce es de relevante importancia debido a la reciente construcción del eje vial 10-Sur Av. Las Torres.

Esta última alternativa saldría fuera de la jurisdicción de las autoridades de la UAM, por lo que se podría considerar como una variable no controlable.



Escala 1:500



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
SOLUCION ALTERNATIVA DEL CRU- CERO AV. UNIVERSIDAD - COPILCO	
PLANO No. 2	FERNANDO ROMO R.

CAPITULO VII

EVALUACION EX-ANTE DE LOS DISEÑOS ALTERNATIVOS DE SOLUCION.

VII.- EVALUACION EX-ANTE DE LOS DISEÑOS ALTERNATIVOS DE SOLUCION.

1).- CONCEPTOS TEORICOS GENERALES.

En este capítulo se tratara de evaluar el impacto futuro de las acciones correctivas o de mejoramiento, sobre los actores del sistema en cuestion.

Los impactos pueden ser de diversa indole, tales como económico, político, social, técnico, ecológico, etc.

Por otro lado los impactos se suelen expresar en forma de coeficientes numéricos y ordenarlos de modo que mientras más alto sea su valor numérico, sea mejor su posición en la escala de prioridad, o viceversa según cada caso.

Conforme a las consideraciones ya expuestas, la tarea de evaluar requiere medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes del estudio del proyecto y combinarlas en operaciones aritméticas a fin de obtener los coeficientes de evaluación. La objetividad no implica desconocer que existen diferentes criterios de evaluación y que se discute acerca de cuál o cuáles sean más adecuados. Sin embargo, definido un criterio y reconocidas como válidas sus premisas, deberá poderse expresar en cifras, y aunque esta medición se hiciera por distintos observadores, se obtendría siempre el mismo resultado, siempre y cuando se respeten los principios del criterio utilizado.

Para la obtención de los índices de evaluación el sistemista utiliza herramientas como la optimización, teoría de decisiones, simulación, probabilidades y equivalencias financieras entre otras.

Con el fin de tener un lineamiento o proceso ordenado en esta fase del proceso, se procede a continuación esquematizar la matriz indicadora de impactos propia de este estudio.

ACTORES	PERSONAL DIRECTIVO DE C. U.		USUARIOS Población de C.U.		RESTO DE LA SOCIEDAD
	Financiero	Económico	Técnico	Social	
INDICADOR DE IMPACTOS					Ecológico
OPCIONES					
estac. A.1					
estac. A.2					
⋮					

B).- OBTENCION DE INDICADORES DE IMPACTOS.

DEL PERSONAL DIRECTIVO.

En el caso de los estacionamientos, se parte de unos costos de proyecto y construcción por cajon de estacionamiento calculados para el 4 de octubre de 1982 ^{*.1}.

A dichos datos se les aplica la fórmula de interés compuesto para actualizarlos a enero de 1984, considerando una tasa de interes mensual de 0,083. A continuación se desgloza numéricamente lo anteriormente explicado:

PLANTA TIPO	COSTOS POR CAJON DE ESTACIONAMIENTO			
	4 de octubre de 1982		1 de enero de 1984	
	costo de proyecto	costo de construcción	costo de proyecto	costo de construcción
1.- Planta Subterránea.	\$28,430.	\$339,000.	\$94,451.	\$1,126,241.
2.- Plantas Superficiales y elevadas	\$18,918.	\$207,000.	\$62,850.	\$687,704.
3.- Estacionamiento de superficie con instalaciones ^{*.2} .	\$6,686.	\$54,000.	\$22,212.	\$179,401.
			costo unitario total	

Ya con los costos para enero de 1984 y los datos de los estacionamientos propuestos en las págs.: 72 y 73, se procede a obtener el costo total por estructura de estacionamiento:

- Estacionamiento A.1.- 537 cajones en superficie y elevados.
costo total: \$403,047,500.⁰⁰
- Estacionamiento A.2.- 572 cajones en superficie y elevados.
costo total: \$425,316,890.⁰⁰
- Estacionamiento B.1.- 2,000 cajones en superficie y elevados.
costo total: \$1,501,108,000.⁰⁰
- Estacionamiento C.1.- 360 cajones en superficie y elevados.
costo total: \$270,199,440.⁰⁰
- Estacionamiento C.2.- 117 cajones en planta subterránea y 117 cajones en superficie.
costo total: \$230,635,780.⁰⁰
- Estacionamiento E.1.- 2,128 cajones en superficie y elevados.
costo total: \$1,597,178,900.⁰⁰

*.1.- Datos proporcionados por "COVITER"

*.2.- barda perimetral y pisos de adocreto o pavimento de concreto hidraulico.

El índice de evaluación con respecto al Personal Directivo de Ciudad Universitaria se tratara más adelante, ya que este esta en función de índices que se obtendran posteriormente.

DE LOS USUARIOS DEL SISTEMA.

Primeramente se hace una evaluación de el Nivel de Servicio al que trabajarían para 1990 las vias de los circuitos más problemáticas, en un caso sin la construcción de los estacionamientos propuestos y en otro con la construcción de estos.

Los tramos de circuitos a considerar son los mismos que se trataron en la evaluación ex-post del sistema (tabla No. 13 pág.-48).

De esta tabla se toman los datos aforados y se interpolan para el año de 1990, de la siguiente manera:

- 1.- Los datos de los aforos de la tabla No. 13 fueron tomados los ultimos meses de 1982. Estos aforos se transforman en porcentajes con respecto al total de Automoviles/día laboral promedio que circulan en C.U. en dicho año (tabla No. 9 pág. 29).
- 2.- Posteriormente esos porcentajes multiplicados por el No. de Automoviles/ día laboral que circulan en C.U. para el año de 1990 (pag. 29), dan como resultado los aforos esperados en 1990 de los tramos de circuito correspondiente a cada porcentaje.

A continuación se desarrolla lo anteriormente expuesto:

TRAMO DE CIRCUITO	Aforo en Veh/hr en el año de 1982
Z ₁ .- Av. Cerro del Agua (entrada).....	1,973
Z ₂ .- Circuito Escolar (zona A)	840
Z ₃ .- Circuito Interior o Paseo de las Facultades (zona E)	521
Z ₄ .- Circuito Escolar (zona D)	230
Z ₅ .- Circuito Interior (zona E)	845
Z ₆ .- Circuito Exterior (zona B)	629
Z ₇ .- Circuito Exterior, Salida por Av. Cerro del Agua (zona C)	1,352

Ahora de la pág. 29 se obtiene el número de Automóviles que circulan en C.U., para ambos años:

No. de Automóviles/día Laboral en 1982: 19,834 (Y')

No. de Automóviles/día laboral en 1990: 22,125 (Y'')

Obtención de porcentajes:

Para el año de 1982.

Para el año de 1990.

$$X_1 = Z_1/Y' = (0.0972)$$

$$Z_1' = Y''X_1 = 2,151 \text{ Veh/hr}$$

$$X_2 = Z_2/Y' = (0.0414)$$

$$Z_2' = Y''X_2 = 916 \text{ Veh/hr}$$

$$X_3 = Z_3/Y' = (0.0257)$$

$$Z_3' = Y''X_3 = 569 \text{ Veh/hr}$$

$$X_4 = Z_4/Y' = (0.0113)$$

$$Z_4' = Y''X_4 = 250 \text{ Veh/hr}$$

$$X_5 = Z_5/Y' = (0.0416)$$

$$Z_5' = Y''X_5 = 920 \text{ Veh/hr}$$

$$X_6 = Z_6/Y' = (0.031)$$

$$Z_6' = Y''X_6 = 686 \text{ Veh/hr}$$

$$X_7 = Z_7/Y' = (0.0666)$$

$$Z_7' = Y''X_7 = 1,474 \text{ Veh/hr}$$

A continuación procedemos a obtener el Volumen de Demanda de circulación, el cual resulta de dividir los datos de aforo esperados para 1990 entre el número de carriles en servicio para la circulación. Para tal propósito obtendremos dos columnas; en una se consideraría Implantación de las acciones alternativas propuestas de estacionamiento y en la otra la Situación Actual del Sistema.

TRAMO DE CIRCUITO	No. de Carriles Esperados		VOLUMEN DE DEMANDA	
	Impl. Acciones (I.A.)	Situación Actual (C.A.)	en Veh/hr/carril (I.A.)	(C.A.)
Z ₁	3	2	717 ..	1,079
Z ₂	2	1	458	916
Z ₃	2	1	285	569
Z ₄	2	1	125	250
Z ₅	2	1	460	920
Z ₆	2	1	343	686
Z ₇	3	2	491	737

Ya con los datos obtenidos, procedemos a calcular el Nivel de Servicio o sea la Relación V/C (Volumen de Demanda a Capacidad) en donde la Capacidad nominal establecida en el Capítulo IV es de 300 Veh/hr/carril.

TRAMO DE CIRCUITO	RELACION V/C		ZONA CORRESPONDIENTE
	I.A.	C.A.	
Z ₁	2.39	3.59	-----
Z ₂	1.53	3.05	zona A
Z ₃	0.95	1.90	zona E
Z ₄	0.42	0.83	zona D
Z ₅	1.53	3.07	Zona E
Z ₆	1.14	2.29	zona B
Z ₇	1.64	2.46	zona C

En donde el Nivel de Servicio es bueno o eficiente para valores de V/C menores de la unidad o muy cercanos al uno.

Ya con los datos anteriores, obtenemos el nivel de Servicio de las zonas de afectación de la implantación de cada alternativa o grupo de alternativas de estacionamiento en el sistema:

NIVEL DE SERVICIO (V/C)

ACCIONES PROPUESTAS	Implantando	Acción	Ciudad Actual
Estacionamiento A.1	}	1.53	} 3.05
Estacionamiento A.2			
Estacionamiento B.1	}	1.14	} 2.3
Estacionamiento C.1			
Estacionamiento C.2	}	2.49	} 1.24
Estacionamiento E.1			

RUTAS PROPUESTAS.

Para la evaluación de los beneficios que aportan las Rutas Internas de transporte de pasajeros, se obtiene un índice que denota la densidad de población potencial a utilizar la Ruta entre el número de kilómetros que tiene esta.

Para tal estudio, en base a la carencia de datos reales de la población de las instalaciones por las que atravieza la Ruta No. 1, estas poblaciones se dan en porcentajes del total de población de C.U., la cual asciende a 126,250 personas/día laboral para el año de 1990 (grafica No. 4'pag. 12').

Las zonas a las cuales se les desconoce su No. de población son enunciadas a continuación, dandoles un número de zona en común para varias dependencias, así como sus respectivos porcentajes, ponderados intuitivamente.

Zona No. 1.- En esta zona se encuentran ubicados el complejo CO-NACYT, edificios Administrativos de la UNAM, las instalaciones de la zona cultural y la Biblioteca Nacional. Se le asigna un 9 % de la Población antes mencionada.

Zona No. 2.- Esta zona esta ubicada en la parte sur y externa del circuito No. 3, se encuentran entre otras dependencias la Dirección General de Estadística, la Universidad Abierta, el Centro de Computación Electronica y el Centro de Instrumentos entre otras. A esta zona se le asigna un 7 % del total de población.

Zona No. 3.- Esta zona es la correspondiente a la nueva ubicación del Supermercado de la UNAM, con un porcentaje variable de población cercano al 6 % del total de población de la zona de Facultades y Escuelas.

Para las otras Rutas se hace el mismo tipo de zonificación, respetando las zonas y porcentajes establecidos en la tabla No. 14 de la página 50. A continuación se procede a la obtención de las Densidades de Población Potencial sobre km. de Ruta, para las diferentes Rutas.

RUTA No 1.

% de Población
Potencial

zona 1	9 %
zona 2	7 %
50% zona B	11 %
zona 3	6 %

Fac. de Ciencias

Políticas y Sociales 7.8 %
40.8 % === 51,510 personas

No. de km. de la Ruta: 5.3 km.

DENSIDAD POTENCIAL: 9,719 personas/km.

RUTA No. 2.

% de Población
Potencial

zona A 17.0 %
zona B 22.0 %
zona C 9.2 %

zona de Institutos

de Investigación 3.0 %
51.2 % ==== 64,640 personas

No. de km. de la Ruta: 5.8 km.

DENSIDAD POTENCIAL: 11,145 personas/km.

RUTA No. 3.

% de Población
Potencial

zona A 17.0 %
zona D 21.0 %
zona E 17.6 %
10% zona C 0.92 %
56.52 % ==== 71,357 personas

No. de km. de la Ruta: 5 km.

DENSIDAD POTENCIAL: 14,271 personas/km.

RUTA No. 4.

% de Población
Potencial

zona B 22.0 %
zona de Institutos
de Investigación 3.0 %
zona 2 7.0 %
zona 3 5.0 %
zona E 17.6 %
zona F 3.4 %
59.0 % ==== 74,488 personas

No. de km. de la Ruta: 5.7 km.

DENSIDAD POTENCIAL: 13,068 personas/km.

Con la finalidad de obtener los indicadores costo/beneficio fundamentales para una decisión del Personal Directivo de Ciudad Universitaria, de las Rutas de camiones propuestas, se procede a realizar el análisis siguiente:

Primeramente se obtiene el costo por hora de operación de un camión tipo, siendo este el mismo para cualquiera de las Rutas.

Tanto los datos generales como el procedimiento de obtención se describen en el formato de la hoja siguiente, el cual arroja un resultado de \$5,114.⁰⁰ pesos/hora de operación.

Por otro lado, de los datos de las Rutas (pág. 74), se sabe que la velocidad promedio de recorrido de un camión es de 20 km/hr. Con este dato de la Velocidad media de trayecto y el costo por hora de operación, se puede obtener el costo por km. de trayecto, el cual resulta ser de 255.7 \$/km.

Ahora bien, de la evaluación de las Rutas con respecto a la Población, realizada en la fase anterior, se conoce la Densidad de población/ km que atravieza cada Ruta. De la división de el costo por kilómetro obtenido en el párrafo anterior entre la densidad unitaria por km. de cada Ruta, se obtiene un nuevo índice que denota el costo por persona potencial a utilizar la Ruta en una hora de operación. Un índice un tanto abstracto pero entre menor es este implica un mayor número de personas beneficiadas al mismo costo. Es decir, cuando el índice (pesos/densidad de población unitaria) tiende a cero los beneficios son mayores al mismo costo.

COSTO DE LA RUTA POR PERSONA	
DENOMINACION DE RUTA	EN UNA HORA DE OPERACION
Ruta No. 1	0.026 \$/pers.
Ruta No. 2	0.023 \$/pers.
Ruta No. 3	0.018 \$/pers.
Ruta No. 4	0.020 \$/pers.

Formato para el análisis del costo directo: hora-máquina.

CONSTRUCTORA:	Máquina: Camión de Transporte Urbano de pasajeros	Hoja No.:
	Modelo: 4-18/11	Calculo:
OBRA:	Datos Adic.: Motor V-8	Revisó:
	Control delantero	Fecha: octubre/88

DATOS GENERALES.		Fecha cotización: enero/1984.
Precio adquisición: \$ 5,000,000.00		Vida económica (Ve): años
Equipo adicional: carrocería		Horas por año (Ha): 2,112 hr/año
Más asientos		Motor: V-8 de 210 HP.
Valor inicial (Ve): \$ 5,000,000.00		Factor operación: 0.7
Valor rescate (Vr): 10 % = \$ 500,000.00		Potencia operación: 147 HP.op.
Tasa interés (i): 60 %		Coefficiente almacenaje (K): 0.35
Prima seguros (s): 4 %		Factor mantenimiento (Q): 0.5

I.- CARGOS FIJOS.

a) Depreciación:	$D = \frac{V_o - V_r}{Ve} = \frac{5,000,000.00 - 500,000.00}{(5 \text{ años}) (2,112 \text{ hr/año})}$	= \$ 392.00
b) Inversión:	$I = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{5,000,000.00 + 500,000.00}{(2) (2,112 \text{ hr/año})}$	= \$ 1,330.00
c) Seguros:	$S = \frac{V_o + V_r}{2 Ha} = \frac{5,000,000.00 + 500,000.00}{(2) (2,112 \text{ hr/año})} (0.04)$	= \$ 50.00
d) Almacenaje:	$A = KD = (0.35) (282.00)$	= \$ 14.00
e) Mantenimiento:	$M = QD = (0.6) (282.00)$	= \$ 169.00
		\$ 1,900.00
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA		\$ 1,900.00

II.- CONSUMOS.

a) Combustible: E = e Pc		
Diesel:	$E = 0.20 \times 147 \text{ HP.op.} \times \$ 14 / \text{lt.}$	= \$ 2,352.00
Gasolina:	$E = 0.24 \times \text{HP.op.} \times \$ / \text{lt.}$	=
b) Otras fuentes de energía:		=
c) Lubricantes: L = a Pc		
Capacidad carter:	$C = 24 \text{ litros}$	
Cambios aceites:	$\tau = 734 \text{ horas}$	
$a = C/\tau + \frac{0.0035}{10.0030} \times 147 \text{ HP.op.}$	$= \frac{5.53}{\text{lt./hr.}}$	
$\therefore L = 5.53 \text{ lt./hr.} \times \$ 170.00 / \text{lt.}$		= \$ 940.00
d) Llantas: $LI = \frac{VII (\text{valor llantas})}{H_v (\text{vida económica})}$		
Vida económica: $H_v = 3,300 \text{ horas}$		
$\therefore LI = \frac{\$ 50,000.00}{3,300.00 \text{ horas}}$		= \$ 15.00
		\$ 3,314.00
SUMA CONSUMOS POR HORA		\$ 3,314.00

III.- OPERACION.

Salarios: S		
operador:	\$ 1,200.00	
Sal/turno-prom:	\$ 1,200.00	
Horas/turno-prom.: (H)		
$H = B \text{ horas} \times 0.75 (\text{factor rendimiento}) = C \text{ horas}$		
$\therefore \text{Operación} = O = \frac{S}{H} = \frac{\$ 1,200.00}{\text{horas}}$		= \$ 200.00
SUMA OPERACION POR HORA		\$ 200.00

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA (HMD) \$ 5,114.00

DEL MEDIO AMBIENTE O ECOLÓGICO.

Para este caso se hace el análisis para la obtención de indicadores solamente para los estacionamientos, debido a la carencia de recursos, métodos e información cuantitativa con respecto a los posibles efectos nocivos de la operación de las Rutas internas, además de que estos son despreciables con respecto a el tráfico del sistema vial del resto de la sociedad.

En el caso de los estacionamientos, se conto el número de arboles que se encuentran actualmente plantados en los lugares propuestos para su construcción. Así también se considero las diferentes alturas de estos. Los resultados de este conteo se expone a continuación:

ESTACIONAMIENTO	No. de ARBOLES	ALTURA MEDIA
A.1	25	5 mts.
A.2	106	2 mts.
B.1	--	-----
C.1	18 y 38	2.5 y 5 mts. (respectivamente)
C.2	460 aprox.	10 mts. aprox.
E.1	48 y 33	2 a 3 y 3 a 8 mts. (respectiv.)

Ahora bien, ya para obtener el indicador de impactos de los diferentes estacionamientos, se divide el número de arboles por derribar entre el número de cajones para estacionamiento que se incrementarían con la construcción de las opciones.

Estacionamiento	No. de cajones incrementados	Arboles derribados/- cajon incrementado	(H _m) altura media de los arboles
A.1	358	0.07	5 mts.
A.2	286	0.37	2 mts.
B.1	2,000	----	-----
C.1	240	0.23	4.2 mts.
C.2	234	2 aprox.	10 mts.
E.1	1,824	0.045	3.7 mts.

Finalmente la matriz de impactos, Actores Vs opciones queda:

ACTORES INDICADOR DE IMPACTOS OPCIONES	PERSONAL DIRECTIVO DE C. U.		USUARIOS Población de C.U.		RESTO DE LA SOCIEDAD			
	financiero Costo Directo (*1)	Económico costo/- benef. (*2)	técnico Niv. de Serv.		social Densidad benef. (*5)	Ecológico		
			I.A. (*3)	C.A. (*4)		cajon de estacion. increment.	A. de./ C. incr. (*6)	H _E (mts)
Estac. A.1	403 x 10 ⁶		1.53	3.05		358	0.07	5
Estac. A.2	429 x 10 ⁶					286	0.37	2
Estac. B.1	1,501 x 10 ⁶					2,000	----	-
Estac. C.1	270 x 10 ⁶		1.14	2.30		240	0.23	4.2
Estac. C.2	230 x 10 ⁶					234	2.0	10
Estac. E.1	1,597 x 10 ⁶		1.24	2.49		1,824	0.045	3.7
Ruta No. 1		0.026			9,719			
Ruta No. 2		0.023			11,145			
Ruta No. 3		0.018			14,271			
Ruta No. 4		0.020			13,068			

*.1.- En millones de pesos.

*.2.- Indica el costo de cada Ruta por persona potencial a utilizarla en un kilometro de trayecto. Cuando este indice tiende a cero, los beneficios o número de personas beneficiadas son más al mismo costo/km. de operación.

*.3.- Resultante de la relación (V/C) Volumen de demanda a Capacidad.

*.4 Los valores deseados son la unidad o menores a la unidad, (ver pág. 46).

*.5.- Denota una densidad de población relativa por km. de Ruta, en donde este número de población es el total potencial y n. el total a utilizarla. Esta expresada en:(No. de personas)/km

*.6.- Es el resultado de la division de el número de arboles que se derribarían entre el número de cajones que se incrementarían.

CAPITULO VIII.

C O N C L U S I O N E S

VIII.- CONCLUSIONES.

Los siguientes pasos a seguir en el proceso del Metodo Sistematico son la "Selección de Acciones", "Implantación de las Acciones en el Sistema" y el "Control de Resultados", puntos 7, 8 y 9 respectivamente (Capitulo I.- Introducción), los cuales se describen someramente a continuación.

Selección de Acciones (7)

Este paso es consecuente e inmediato de la evaluación ex-ante de alternativas, siendo esta una función propia del decisor o decisores, generalmente los Directivos o Ejecutivos del Sistema.

Ahora solo existe selección cuando se cumple alguna o todas de las siguientes condiciones:

- Existan por lo menos dos posibles cursos de acción a la disposición del que ha de decidir.
- Cuando hay por lo menos dos posibles resultados, que poseen para el decisor valores desiguales.
- Cuando los diferentes cursos de acción tienen diferente efectividad.

Implantación (8) y Control (9)

Existe una tendencia general a pensar que implantar la solución de un problema obtenida por investigación es una actividad que se inicia después de terminar dicha investigación y que los investigadores ya no tienen ninguna responsabilidad respecto a ello. Sin embargo, en Investigación de operaciones, donde el objetivo es mejorar el desempeño del sistema implicado, la investigación no termina hasta que esta mejoría se consiga y se logre mantener, es decir, se controle.

Es muy recomendable que los investigadores participen en la implantación de sus resultados, ya que hay una buena razón científica para tal compromiso. Unicamente a través de la implantación se pueden probar adecuadamente muchos resultados de investigación; es más probable que esto suceda mientras más grande y complejo sea siempre el problema del sistema.

De aquí que la implantación sea siempre la prueba "fundamental" - y a veces unica - del valor de una solución.

Al implantar una solución, es muy probable que surjan problemas que no se habían previsto durante la investigación; de aquí que generalmente se requiera modificar la solución. Si estas modificaciones no las hacen los investigadores, entonces, las personas que no están capacitadas para hacerlo pueden hacer un mal ajuste de la solución o las que deben llevarla a cabo la rechazarán por considerarla difícil de ejecutar. Si se requieren ajustes a la solución, es obvio que quienes la han obtenido son los indicados para hacerlos.

El investigador de operaciones, debe preparar instrucciones detalladas para los que van a ejecutar la solución; debe especificar, programar y catalogar sus actividades y debe hacerlo en el lenguaje de ellos. Necesita asegurarse que quienes van a seguir las instrucciones las entienden, así como las razones en que se basan. Esto puede requerir cierto número de "órdenes" de quienes ejecutarán la solución.

Cuando la implantación de una solución requiere un período muy largo, pueden cambiar las condiciones en las que se obtuvo la misma. Por ejemplo, puede haber un avance inesperado en la investigación o desarrollo de este tipo de planes, o un cambio en la economía y la demanda de un artículo o servicio, las tasas de interés del capital, o la disponibilidad de personal calificado. Dichos cambios pueden alterar significativamente la naturaleza del problema, y por ende la eficacia de la solución. Por lo que se deben diseñar medidas preventivas o correctivas que se incorporen en el procedimiento-solución que se implanta. Otro camino sería que las medidas las tome alguien que no esté capacitado para realizar las modificaciones adecuadas a estos procedimientos, con el consecuente deterioro de la solución.

CUADRO DE REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- 1).- DIR. GRAL. DE ESTADISTICA, SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO.
- 2).- PLAN RECTOR DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL D.F. 1982.
- 3).- ESTIMACIONES DE LA DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA DE TRANSITO Y TRANSPORTES DEL DEPARTAMENTO DEL D.F.
- 4).- ANUARIO DE VIALIDAD Y TRANSPORTE DEL D.F. 1980.
- 5).- D.D.F. NORMAS DE PROYECTO PARA ESTACIONAMIENTOS, DIR. GRAL. DE POLICIA Y TRANSITO 1974.
- 6).- INGENIERIA DE TRANSITO DEL ING. RAFAEL CAL Y MAYOR.
- 6).- FUENTE: SAHOP - D.D.F. "PLAN DE DESARROLLO URBANO" MEXICO, D.F. 1980.
- 7).- ESPINOZA ULLOA, JORGE. "EL METRO" REPRESENTACIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA, S.A. MEXICO, D.F., 1975.
- 8).- HIGHWAY ENGINEERING HANDBOOK; WOODS, KENNETH AND BRADY 1905.

INDICE DE TABLAS, FIGURAS Y PLANOS

TABLA No.	Página	GRAFICA No.	Página
1	7	1	8
2	13	2	10
3	14	3	11
4	15	4	12
5	16	4'	12'
6	18	5	17
7	20	6	13
8	20	7	28
9	29	8	30
10	31	9	32
11	34	10	33
12	35	11	36
13	48	12	37
14	50	13	44
15	51	14	47
16	53		

PLANOS

	Pagina
Plano del Instituto de Geografia	2'
Fotografia Aerea de C.U.	6'
Plano de "COVITUR".- Vialidad de la Estación - <div style="padding-left: 100px;">Copilco del Metro.</div>	70'
Plano de Ejes Viales en Proyecto	70"
Plano No. 1 "Cituación Integral a Mediano Plazo"	73'
Plano No. 2 "Solución Alternativa de Intersacción"	74'