

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN**

“PLANEACION DE INGENIOS AZUCAREROS”

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A N
EDUARDO BETANZO QUEZADA
SERGIO CORONA AMARAL

SANTA CRUZ ACATLAN, EDO. DE MEX.

1 9 8 2



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

T E S I S
PLANEACION DE INGENIOS AZUCAREROS
INDICE GENERAL

	Página
INTRODUCCION .	1
CAPITULO I . ANTECEDENTES .	4
1 . Panorama de la Industria Azucarera de México	4
1.1 Importancia de la Industria Azucarera	4
1.2 Zonas Cañeras en México	8
1.3 Organización General de la Industria Azu <u>ca</u> rera en México	11
2 . Planes de Desarrollo dirigidos a la Indus - tria Azucarera	13
2.1 Destino de la Inversión Pública	13
2.2 Consideraciones del Plan Global de Desarro <u>l</u> llo 1980 - 1982	14
2.3 Plan Integral de Desarrollo de la Indus - tria Azucarera	16
I. Diagnóstico de Situación	16
II. Objetivos para una Nueva Política de - Desarrollo de la Industria Azucarera - Nacional	20
CAPITULO II . SELECCION DE ZONAS CAÑERAS FACTIBLES PARA EL DESARROLLO AZUCARERO DEL PAIS .	26
Antecedentes y Objetivos del Estudio	27
Metodología del Estudio	28

	Página
1 . Aspectos Físicos (Primera Etapa)	31
1.1 Selección Preliminar (Fase I)	31
1.2 Delimitación de Zonas (Fase II)	33
1.3 Características Fisiográficas (Fase III)	35
1.4 Análisis Climatológico (Fase IV)	38
1.5 Jerarquización de las Zonas Preseleccionadas (Fase V)	42
2 . Aspectos Socio-Económicos (Segunda Etapa)	58
2.1 Infraestructura Básica	59
2.2 Obras de Habilitado Agrícola y Uso Actual	61
2.3 Competitividad de los Cultivos Actuales - con la Caña de Azúcar	62
2.4 Aspectos Demográficos	63
2.5 Resultados y Conclusiones	64
CAPITULO III. ASPECTO INDUSTRIAL .	72
1 . Descripción de un Ingenio	72
1.1 Breve descripción del Proceso de Producción de Azúcar	84
1.2 Consideraciones y Conceptos Generales de Fábrica	89
1.2.1 Localización de la Planta	90
1.2.2 Bases de Diseño	91
1.2.3 Expansiones Futuras	93
CAPITULO IV . ASPECTO CONSTRUCTIVO .	95
1 . Planeación por el Método de la Ruta Crítica	96
1.1 Introducción	96
1.1.1 Ventajas del Método de la Ruta Crítica	96
1.2 Desarrollo del Método	99

	Página
1.2.1 Planeación	99
1.2.2 Programación	105
1.2.3 Control	106
1.3 Aplicación del Método a la Construcción - de un Ingenio	112
1.4 Elaboración de la Red	115
1.4.1 Procedimientos Constructivos	115
I Obra Civil	115
II Obra Mecánica	118
A Montaje de Estructura	118
B Montaje de Equipo	122
1.4.2 Lista de Actividades	126
1.4.3 Secuencia de Actividades	126
1.4.4 Duración de Actividades	127
1.4.5 Listados Resultantes del Cálculo de la - Ruta Crítica	128
Red Batey - Molinos - Calderas	129
Red Clarificación	132
Red Proceso	134
Red Refinería - Planta Eléctrica - Bode- ga de Azúcar - Servicios Generales	136
1.4.6 Explicación de los Listados	139
 CAPITULO V . ASPECTO SOCIOECONOMICO	 144
1 . Beneficios y Efectos Originados por la Cons- trucción de un Ingenio Azucarero	144
 CAPITULO VI . ANALISIS DE VIABILIDAD ECONOMICA	 155
1 . Análisis de la Rentabilidad	150
2 . Obtención del Costo de Producción de Azúcar	155
 CAPITULO VII . CONCLUSIONES .	 161

INTRODUCCION .

El desarrollo de un trabajo de este tipo involucra la complementación de diferentes campos de acción, por lo que - se pretende que cada uno de los aspectos tratados aquí - queden completamente integrados en una unidad que pueda - ser aprovechada en beneficio del Sector Azucarero .

En el Primer Capítulo se analiza la situación de la Industria Azucarera en México desde sus inicios, y las transformaciones que ha sufrido a través del propio desarrollo económico y político del país. Al mismo tiempo quedan establecidas las políticas en materia de inversión apoyadas en el Plan Integral de Desarrollo de la Industria Azucarera y otros planes contenidos en el Plan Global de Desarrollo 1980-1982 y que tienden a fomentar el desarrollo agricola y agroindustrial para alcanzar los objetivos fijados para esta actividad en el país. Una selección de los sitios adecuados para la producción de azúcar, es alcanzada en el Capítulo No. 2, de manera que se obtengan los mayores beneficios económicos y sociales. En este Capítulo - se seleccionan y jerarquizan tanto zonas agrícolas para - cultivo de caña de azúcar actual por sistema de temporal, como un futuro agrícola por medio de sistemas de riego, - sin descuidar que quedan determinadas las características

físicas y socio-económicas previsibles que giran alrededor de la producción azucarera. El Capítulo correspondiente a los Aspectos Industriales no deja de ser parte necesaria en el desarrollo del trabajo debido a que la ubicación de cada componente de la unidad productora debe satisfacer condiciones en cuanto a sus elementos de apoyo, así como la manera en que el tipo de equipos determina el tipo de Obra Civil necesaria. Por lo que respecta a los Aspectos Constructivos, se les dió mayor importancia dentro del contenido de este trabajo. La planeación se desarrolló por el Método de la Ruta Crítica, describiendo los procedimientos constructivos para este tipo de construcción y haciendo uso de programas de computadora para los cálculos necesarios. El Capítulo No. 5 establece la manera de como un proyecto azucarero influye en los sectores de la economía nacional, específicamente en beneficio socio-económico y la repercusión que como polo de desarrollo origina una obra de este tipo. Para complementar las etapas de la planeación que se pretenden en este trabajo, se presenta y se explica la importancia de un Análisis de Factibilidad Económica para un proyecto de este tipo .

C A P I T U L O I

ANTECEDENTES

I. ANTECEDENTES

1. PANORAMA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA DE MEXICO .

1.1 IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA AZUCARERA . -

El azúcar es un artículo de primera necesidad y su oferta debe crecer con un ritmo suficiente para satisfacer las necesidades de la población. El consumo per cápita fue de 43 Kg. en 1979 en el país .

El consumo nacional de azúcar por ramas industriales en 1979 fue el siguiente :

T O N E L A D A S

	DULCERA	EMPACADORA	PANIFICADORA Y GALLETERA
TOTAL	205,786	69,005	181,216
REFINADA	105,896	49,269	45,821
ESTANDAR	99,890	19,736	135,395

	EMBOTE- LLADORA	PRODUCTOS LACTEOS	PRODUCTOS FARMACEUTICOS
TOTAL	808,418	30,338	2,161
REFINADA	734,344	12,009	2,028
ESTANDAR	74,074	18,329	133

	BEBIDAS ALCOHOLICAS	OTROS	TOTAL
TOTAL	41,399	125,029	1'463,352
REFINADA	4,433	35,149	988,949
ESTANDAR	36,966	89,880	474,403

CONSUMO DOMESTICO
TONELADAS

REFINADA	ESTANDAR
583,584	839,041

La Industria Azucarera :

- Contribuye a la descentralización de la industria de acuerdo con las nuevas políticas del Gobierno.
- Contribuye a la mejor distribución del ingreso.
- Trabaja con capital 100% nacional .
- Propicia en forma importante el desarrollo de la -
infraestructura del país .
- Proporciona el medio de vida a miles de familias -
que dependen de esta actividad .

La población económicamente activa dependiente de la industria azucarera, en 1979 fue de 289,088 per-
sonas .

- Son importantes los ingresos que por exportación -
de mieles recibe el país. La producción de éstas
mieles fue de 1'400,000 toneladas métricas en la -
temporada 1979 - 1980 .

Panorama Histórico del Desarrollo Industrial Azucare-
ro del País zafras 1938 - 1979 .

Un análisis de la Tabla N^o 1.1 nos podrá conducir a
las siguientes observaciones :

El número de ingenios en operación descendió en los
últimos 41 años a un ritmo del 21.43%. La superfi-
cie cultivada aumentó en esos mismos años en un -

PANORAMA HISTORICO DEL DESARROLLO INDUSTRIAL AZUCARERO
DEL PAIS

ZAFRAS 1938 1979

ZAFRAS	Núm. de Ing.	SUPERFICIE HAS.		Caña molida Toneladas	AZUCAR TONELADAS		RENDIMIENTOS		
		Cultivada	Cortada		Producción	Consumo (1)	Cañav. Tons/ha.	Cañ. %	Azúcar Tons/ha.
1938	84	*	62 601	3 301 396	307 187	306 450	52.7	9.3	4.9
1939	82	*	67 340	3 479 771	329 897	330 520	51.9	9.5	4.9
1940	81	*	59 398	3 021 339	294 176	356 048	50.9	9.7	5.0
1941	83	*	66 954	3 500 153	330 396	365 163	52.4	9.4	4.9
1942	86	91 879	78 724	4 618 378	419 765	392 949	57.5	9.1	5.3
1943	82	95 177	82 023	4 393 637	412 236	421 688	53.6	9.4	5.0
1944	83	97 133	83 581	4 097 925	389 760	446 338	49.1	9.5	4.7
1945	78	94 727	80 943	3 963 417	373 070	452 215	49.0	9.4	4.6
1946	79	98 614	92 826	4 167 115	376 325	445 623	44.9	9.1	4.1
1947	84	117 158	106 342	5 546 093	490 456	431 493	52.3	8.9	4.7
1948	88	137 097	124 836	6 749 378	611 689	501 995	54.1	9.1	4.9
1949	87	153 388	140 948	7 165 975	645 419	561 163	50.8	9.0	4.6
1950	84	155 216	141 897	6 759 814	589 965	586 251	47.6	8.7	4.2
1951	81	168 962	152 996	7 621 825	665 824	630 380	49.8	8.7	4.4
1952	86	181 161	158 496	7 907 484	691 144	650 681	49.9	8.7	4.4
1953	83	181 387	163 393	8 551 567	779 265	678 294	52.3	9.1	4.8
1954	81	200 568	183 169	9 101 540	828 703	734 722	49.7	9.1	4.5
1955	73	200 099	183 938	9 715 127	901 336	800 385	52.8	9.3	4.9
1956	73	203 683	178 622	8 585 216	744 130	866 405	48.1	8.7	4.2
1957	71	219 197	205 689	11 349 357	1 018 041	891 756	55.2	9.0	4.9
1958	73	247 130	225 081	12 568 210	1 122 944	934 420	54.9	8.9	4.9
1959	74	266 132	244 546	14 407 840	1 264 137	976 478	58.9	8.8	5.2
1960	74	313 904	288 531	16 518 733	1 497 657	1 030 836	57.3	9.1	5.2
1961	71	312 786	287 341	15 307 131	1 387 794	1 063 449	53.3	8.9	4.8
1962	71	331 925	298 473	15 765 050	1 427 457	1 149 444	52.8	8.9	4.7
1963	69	344 520	316 237	17 719 597	1 618 139	1 207 012	56.0	9.0	5.1
1964	69	347 015	331 846	19 798 556	1 815 463	1 309 721	59.7	9.1	5.4
1965	72	393 030	369 413	22 430 983	1 982 969	1 359 484	60.7	8.7	5.3
1966	71	437 169	383 458	23 132 076	2 011 390	1 430 277	60.3	8.6	5.2
1967	68	439 338	406 519	25 555 951	2 327 250	1 517 833	62.9	9.0	5.6
1968	67	400 238	390 858	24 382 744	2 155 728	1 625 934	62.4	8.9	5.5
1969	65	410 116	401 043	27 046 729	2 393 964	1 733 367	67.4	8.7	5.9
1970	64	413 629	402 852	24 524 437	2 207 984	1 840 768	60.9	8.9	5.4
1971	66	427 406	416 608	25 989 198	2 392 850	1 774 654	62.4	9.1	5.7
1972	65	426 852	413 890	26 254 352	2 359 478	1 909 975	63.4	8.9	5.7
1973	64	452 746	440 370	29 849 272	2 592 277	2 124 673	67.8	8.6	5.8
1974	64	456 412	447 278	30 492 129	2 649 182	2 173 353	68.2	8.6	5.8
1975	65	460 407	449 637	28 949 147	2 548 297	2 434 268	64.4	8.7	5.6
1976	65	446 163	434 574	27 236 961	2 546 596	2 510 361	62.7	9.3	5.8
1977	64	431 287	415 779	27 947 358	2 541 065	2 467 482	67.2	9.1	6.1
1978	65	461 099	445 117	32 347 669	2 849 361	2 729 323	72.7	8.8	6.4
1979	66	474 239	462 878	33 865 116	2 880 566	2 885 977	73.2	8.5	6.2

(1) Año calendario
* No hay dato

TABLA 1. 1

516.16 % siendo la superficie cortada menor en la mayoría de los casos .

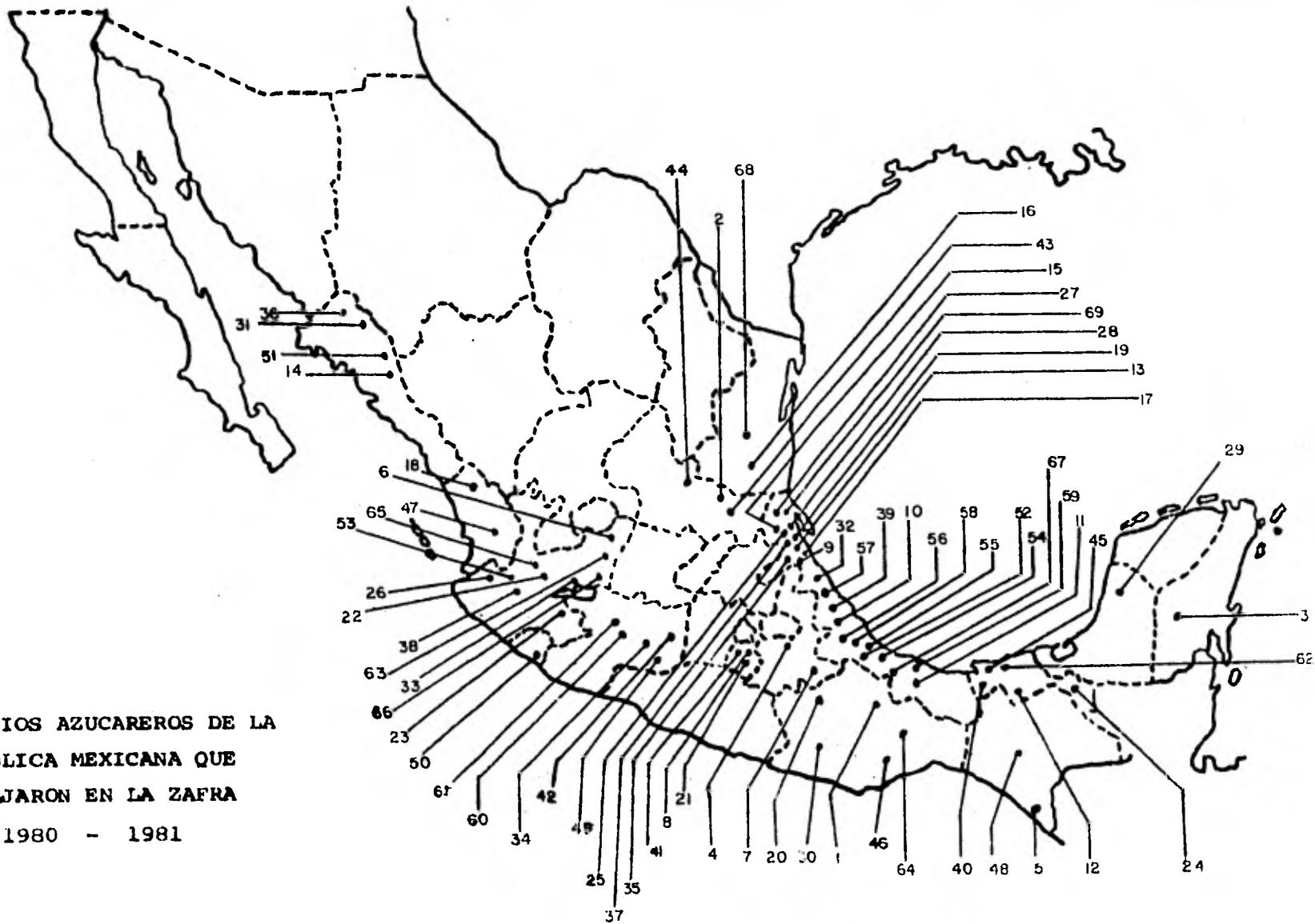
El consumo de azúcar por la población y por las industrias fue mayor que la producción en los primeros años (1939-1946) (no obstante de haberse obtenido rendimientos muy altos en fábrica, aunque con rendimientos de azúcar por tonelada por Ha. bajos); siendo ésta última superior al consumo desde 1947 hasta 1955 para sufrir un retroceso en 1956 pero empezando su despegue en 1957, superando ampliamente los requerimientos nacionales de este producto lo que permitió a la economía nacional obtener divisas por medio de la exportación de azúcar. Este ritmo acelerado de producción, comienza su descenso en 1973 mientras que aumentan los requerimientos del país tanto por el fuerte incremento de la población como de la industria, incluso superando ésta a la producción en 1979, año a partir del cual el país tiene que importar azúcar .

1.2 ZONAS CAÑERAS EN MEXICO .

La industria azucarera en México se ha desarrollado en la siguientes regiones, siendo estas las que actualmente están en explotación :

Región Sinaloa

**INGENIOS AZUCAREROS DE LA
REPUBLICA MEXICANA QUE
TRABAJARON EN LA ZAFRA
1980 - 1981**



INDICE DE INGENIOS AZUCAREROS

Nº	NOMBRE DEL INGENIO	MANEJADO POR	MUNICIPIO	ESTADO
1	ADOLFO LÓPEZ MATEOS	C.N.I.A.*	Textepec,	OAXACA
2	ALIANZA POPULAR	C.N.I.A.*	Tamasopo,	SAN LUIS POTOSÍ
3	ALVARO OBREGÓN	C.N.I.A.*	Otlón P. Blanco,	QUINTANA ROO..
4	ATENCINGO	C.N.I.A.*	Chiella,	PUEBLA
5	BELISARIO DOMÍNGUEZ	C.N.I.A.*	Huixtla,	CHIAPAS
6	BELLAVISTA	C.N.I.A.*	Acatlán de Juárez,	JALISCO
7	CALIPAN	C.N.I.A.*	Coxcatlán,	PUEBLA
8	CASABANO	C.N.I.A.*	Cuautla,	MORELOS
9	CENTRAL PROGRESO	Central Progreso, S. A.	Paso del Macho,	VERACRUZ
10	CONSTANCIA	Ingenio Constancia, S. A.	Tezonapa,	VERACRUZ
11	CUATOTOLÁPAN	C.N.I.A.*	Hueyapam de Ocampo,	VERACRUZ
12	DOS PATRIAS	Cia. Azucarera Tacotalpa, S. de R. L. y C. V.	Tacotalpa,	TABASCO
13	EL CARMEN	Ingenio "El Carmen", S. A.	Ixtaczoquitlán,	VERACRUZ
14	ELDORADO	C.N.I.A.*	Culiacán,	SINALOA
15	EL HICO	C.N.I.A.*	Tempoal,	VERACRUZ
16	EL MANTE	Soc. Cooperativa de Ejidatarios y Obre- ros del Ingenio del Mante, S. C. L.	Ciudad Mante,	TAMAULIPAS ...
17	EL MODELO	C.N.I.A.*	Ciudad José Cardel, La Antigua,	VERACRUZ
18	EL MOLINO	Ingenio El Molino, S. A.	Tepic,	NAYARIT
19	EL POTRERO	C.N.I.A.*	Atoyac,	VERACRUZ
20	EL REFUGIO	Ingenio El Refugio, S. A.	Cosolapa,	OAXACA
21	EMILIANO ZAPATA	Soc. Cooperativa de Ejidatarios, Obre- ros y Empleados del Ingenio "Emilia- no Zapata", S. C. de P. E. de R. S.	Zacatepec,	MORELOS
22	ESTIPAC	C.N.I.A.*	Villa Corona,	JALISCO
23	GUADALEPE	Ingenio Guadalupe, S. A.	Tecalitlán,	JALISCO
24	HERMENEGILDO GALZANA	C.N.I.A.*	Tenosique,	TABASCO
25	INDEPENDENCIA	C.N.I.A.*	Martínez de la Torre,	VERACRUZ
26	JOSÉ MARÍA MORELOS	C.N.I.A.*	Casimiro Castillo,	JALISCO
27	LA CONCEPCIÓN	C.N.I.A.*	Jilotepec,	VERACRUZ
28	LA GLORIA	C.N.I.A.*	Villa Ursulo Galván,	VERACRUZ
29	LA JOYA	Ingenio La Joya, S. A.	Champton,	CAMPECHE
30	LA MARGARITA	Ingenio "La Margarita", S. A.	Acatlán de Pérez Figueroa,	OAXACA
31	LA PRIMAVERA	C.N.I.A.*	Culiacán,	SINALOA
32	LA PROVIDENCIA	Ingenio "La Providencia", S. A.	Cuichapa,	VERACRUZ
33	LA PURÍSIMA	C.N.I.A.*	Tecalitlán,	JALISCO
34	LÁZARO CÁRDENAS	C.N.I.A.*	Tarcán,	MICHOACÁN
35	LIBERTAD	C.N.I.A.*	Misantla,	VERACRUZ
36	LOS MOCHIS	C.N.I.A.*	Ahome,	SINALOA
37	MAHUITLÁN	C.N.I.A.*	Coatepec,	VERACRUZ
38	MELCHOR OCAMPO	C.N.I.A.*	Autlán,	JALISCO
39	MOTZOMONGO	Central Motzomongo, S. A.	Tezonapa,	VERACRUZ
40	NEVA ZELANDIA	C.N.I.A.*	Cárdenas,	TABASCO
41	OACALCO	C.N.I.A.*	Yautepec de Zaragoza,	MORELOS
42	PEDERNALES	C.N.I.A.*	Tacámbaro,	MICHOACÁN
43	PLAN DE AYALA	C.N.I.A.*	Valles,	SAN LUIS POTOSÍ
44	PONCIANO ARRIAGA	C.N.I.A.*	Ciudad del Maíz,	SAN LUIS POTOSÍ
45	PRESIDENTE BENTO JUÁREZ	C.N.I.A.*	H. Cárdenas,	TABASCO
46	PRESIDENTE JOSÉ LÓPEZ PORTILLO	C.N.I.A.*	Espinal,	OAXACA
47	PUGA	C.N.I.A.*	Tepic,	NAYARIT
48	PUIJILTC	C.N.I.A.*	Venustiano Carranza,	CHIAPAS
49	PURUARÁN	C.N.I.A.*	Turicato,	MICHOACÁN
50	QUISERÍA	C.N.I.A.*	Cuauhtémoc,	COLIMA
51	ROSALES	C.N.I.A.*	Culiacán,	SINALOA
52	SAN CRISTÓBAL	C.N.I.A.*	Cosamaloapan,	VERACRUZ
53	SAN FRANCISCO AMECA	C.N.I.A.*	Ameca,	JALISCO
54	SAN FRANCISCO EL NARANJAL	C.N.I.A.*	Lerdo de Tejada,	VERACRUZ
55	SAN GABRIEL	C.N.I.A.*	Cosamaloapan,	VERACRUZ
56	SAN JOSÉ DE ABAJO	Ingenio "San José de Abajo", S. A.	Cuhtláhuac,	VERACRUZ
57	SAN MIGUELITO	C.N.I.A.*	Córdoba,	VERACRUZ
58	SAN NICOLÁS	Ingenio San Nicolás, S. A.	Cuichapa,	VERACRUZ
59	SAN PEDRO	C.N.I.A.*	Lerdo de Tejada,	VERACRUZ
60	SAN SEBASTIÁN	C.N.I.A.*	Los Reyes,	MICHOACÁN
61	SANTA CLARA	C.N.I.A.*	Tocumbo,	MICHOACÁN
62	SANTA ROSALÍA	C.N.I.A.*	H. Cárdenas,	TABASCO
63	SANTIAGO	Ingenio Santiago, S. A.	Tecalitlán,	JALISCO
64	SANTO DOMINGO	C.N.I.A.*	Juchitán,	OAXACA
65	TALA	C.N.I.A.*	Tala,	JALISCO
66	TAMAZULA	Ingenio Tamazula, S. A.	Tamazula,	JALISCO
67	DOS VALLES	C.N.I.A.*	Cosamaloapan,	VERACRUZ
68	XICOTÉNCATL	Cia. Azucarera del Río Guayalejo, S. A.	Xicoténcatl,	TAMAULIPAS
69	ZAPOAMPA-PÁNUCO	C.N.I.A.*	Pánuco,	VERACRUZ

* Comisión Nacional de la Industria Azucarera.

Región Nayarit

Región Jalisco, Colima y Michoacan .

Región del Río Balsas

Región Tabasco, Campeche y Quintana Roo

Región Tuxtla - Itsmo Chiapas

Región Papaloapan

Región Córdoba - Jalapa

Región Las Huastecas

En el Capítulo II de esta Tesis, se presenta una metodología para seleccionar las superficies más aptas para el óptimo desarrollo de la Industria Azucarera en México .

1.3 ORGANIZACION GENERAL DE LA INDUSTRIA AZUCARERA EN MEXICO

La Industria Azucarera está coordinada por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial .

La Comisión Nacional de la Industria Azucarera -
(CNIA), tiene una junta de Gobierno integrada por -
Secretarios de :

Patrimonio y Fomento Industrial	(SPFI)
Hacienda y Crédito Público	(SHCP)
Comercio	(SECOM)
Agricultura y Recursos Hidráulicos	(SARH)

Reforma Agraria
y un Director General .

C.N.I.A. define la política gubernamental en materia de producción, industrialización y comercialización del azúcar y productos derivados de la industria a la que deberán sujetarse :

Financiera Nacional Azucarera, S.A. FINASA

Unión Nal. de Prod. de Azúcar, S.A. de C.V. UNPASA

Operadora Nacional de Ingenios, S.A. ONISA

y el Cuerpo de Planeación y de Estudio de Investigación y Tecnológica .

Algunas de las atribuciones de la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, son :

Asegurar la adecuada distribución y comercialización de los productos derivados de la industria, mediante la ejecución de políticas comerciales coordinadas y eficientes a través de UNPASA .

Propiciar a través de FINASA y con la SHCP, el financiamiento que requiere el desarrollo de la Industria Azucarera .

Administrar y Manejar los Ingenios, propiedad del Sector Público, a través de la ONISA .

2. PLANES DE DESARROLLO DIRIGIDOS A LA INDUSTRIA AZUCARERA .

2.1 DESTINO DE LA INVERSION PUBLICA .

Haciendo un breve análisis sobre la asignación de recursos federales, en los últimos años, a los diferentes sectores, se pueden hacer las siguientes observaciones .

- Las inversiones se han canalizado cada vez más al sector industrial .
- El sector agrícola ha perdido sus niveles de producción, cediendo el paso al sector industrial .
- El sector de comunicaciones y transportes ha permanecido estático .

Dentro del sector de comunicaciones y transportes, - el sistema carretero, el más extendido y eficiente - medio de comunicación e intercambio comercial, se ha mantenido constante ante la creciente demanda del país .

Esta política de inversiones ha traído como consecuencia un éxodo hacia las urbes, una disminución en la autosatisfacción de la demanda de alimentos en el país, y desde el punto de vista de transporte una - infraestructura ineficiente .

Sin embargo, el Plan Global de Desarrollo pretende - dar un nuevo enfoque a las inversiones, con el objeto de desarrollar los sectores que sacrificaron su - producción por el impulso industrial .

2.2 CONSIDERACIONES DEL PLAN GLOBAL DE DESARROLLO .

El Plan Global de Desarrollo (PGD) 1980 - 1982, hace las siguientes consideraciones en sus diferentes componentes :

"El Fondo Agroindustrial apoyará en materia de fi - nanciamiento y asesoría técnica, a las industrias - que procesen, distribuyan y comercialicen productos agrícolas de consumo básico "

PGD Pág. 247 Parrafo 5 .

"El Plan de Desarrollo Urbano propone (entre otras) políticas para desalentar el crecimiento de la zona metropolitana de la Cd. de México, promover la des - concentración de la industria y de los servicios pú - blicos y privados, inducir el crecimiento de las ciu - dades con servicios regionales y de aquellas ciuda - des medias con potencial de desarrollo, y estimular la integración y el crecimiento de centros de apoyo a la población rural dispersa de acuerdo con los pla - nes estatales de desarrollo urbano"

PGD Pág. 318 Parrafo 2

"El Plan Nacional de Desarrollo Industrial dispone del otorgamiento de créditos sobre impuestos federales, cuyo monto se fija en función de prioridades regionales y sectoriales. Con esto, se propicia la propagación de tecnologías de producción más acordes a las necesidades locales de cada región y también consolidan y aseguran los mercados regionales y se induce a la población migrante hacia centros de población intermedia, evitando mayor concentración en las grandes áreas metropolitanas .

El Sistema Alimentario Mexicano (SAM) es un programa totalizador y un instrumento de planificación integral en materia alimenticia que plantea metas y acciones de política agropecuaria, comercial, industrial y de consumo de alimentos básicos .

El objetivo principal del SAM es la proposición de metas viables y el análisis de medios pertinentes para elevar el consumo alimenticio, desde el incremento en la producción de alimentos básicos, hasta diversos apoyos directos al consumo de las mayorías y el fortalecimiento de una industria de bienes de capital agroalimentario, el impulso a la investigación tecnológica de procesado y enriquecimiento de alimentos (con especial énfasis en las necesidades y posi-

bilidades de las pequeñas y medianas empresas). Los estudios del SAM marcan la importancia del apoyo a la agricultura de temporal "

PGD Pág. 363 Párrafos 1 al 4

2.3 PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA .

Con el fin de solucionar el fondo de los problemas que enfrenta en la actualidad la Industria Azucarera, C.N.I.A. formuló el "Plan Integral de Desarrollo de la Industria Azucarera" en junio de 1980, en el cual, entre otros puntos, radican las justificaciones que hicieron necesarios los incrementos a los precios del azúcar en sus diferentes modalidades y tipos .

El problema de los precios se había convertido en uno de los principales factores que impedían el desarrollo normal de esta Industria, ya que éstos se mantuvieron durante largo tiempo, por debajo del nivel normal, debido a los excesivos subsidios que se les aplicaron .

A continuación se presenta un resumen de este plan .

I. DIAGNOSTICO DE SITUACION .

1. La producción azucarera en el período 1970-1979

creció a una tasa anual promedio de 3.1%, en tanto - que la demanda se ha incrementado anualmente en más del 5%. Ello ha provocado una insuficiencia de la - capacidad de la industria para abastecer el mercado interno y, desde luego, el agotamiento de su capaci- dad exportadora .

El insuficiente incremento de la producción se ha de - bido a una baja tasa de crecimiento de la superficie cultivada (1.6% en el período indicado), así como - el estancamiento de la tecnología del cultivo, prin- cipalmente en materia de fertilización, de riego, de tamaño de los predios y de otros factores que inci - den en la productividad de la siembra de la caña de azúcar .

En el aspecto industrial, debido al deterioro gene - ral de la industria, la capacidad instalada de mo - lienda sólo ha aumentado al 1% anual, a pesar de que en la década pasada se construyeron 6 nuevos Inge - nios y se hicieron adiciones a la capacidad de algu- nos Ingenios .

En general, no se han hecho las inversiones suficien - tes en las fábricas existentes, la capacidad instala - da no se aprovecha en forma adecuada y en muchas -

unidades prevalece la obsolescencia del equipo y fallas importantes en los procesos productivos .

2. Por el lado de la demanda, una política de precios anormalmente bajos y de subsidios excesivos al consumo han propiciado un crecimiento indebido del consumo .

Las mismas causas han determinado que el consumo per cápita de azúcar en México llegue a ser uno de los más altos del mundo (43 kilogramos per cápita), lo que no es recomendable para la nutrición del pueblo mexicano .

3. Los precios del azúcar en México se han rezagado notablemente respecto a los niveles internacionales. En la actualidad el precio que se observa en el exterior es de \$20.00 por kilo contra precios nacionales de venta de \$6.00 para el azúcar estándar y \$8.00 para la refinada .

Esta diferencia tan amplia ha determinado que se propicien actividades especulativas y que se realicen contrabandos con el azúcar. Se han observado también desviaciones importantes del azúcar subsidiada para consumos populares hacia consumos industriales.

4. Los subsidios que el sector público se ha visto obligado a otorgar al azúcar han llegado a 21 000 millones de pesos anuales, para suplir la diferencia entre los precios de venta y los costos de producción y de importación. Estos subsidios le restan recursos al sector público para poder atender otro tipo de programas y demandas sociales de mayor prioridad.

5. Durante el período en el cual el país tuvo excedentes de azúcar para exportar, fue posible mantener un subsidio al consumo doméstico gracias a los precios altos que imperaban en el mercado internacional y que proporcionaban recursos adicionales a la industria. Sin embargo en la actualidad, no solo no estamos exportando, sino hemos llegado a la necesidad de importar azúcar del exterior, a precios por encima de los internos, es por esta razón que ya no es posible mantener el subsidio al consumo doméstico por lo que se hace necesario revisar los precios internos.

6. Los problemas estructurales de la Industria Azucarera y la política de precios bajos y subsidios excesivos determinó que el sector público absorbiera gradual y crecientemente los Ingenios que estaban en manos del sector privado, los cuales se encontraban -

en graves condiciones de deterioro en campo y fábrica, además de observarse en varios de ellos incapacidad administrativa.

En la actualidad, el sector público controla 54 Ingenios que producen cerca del 70% del azúcar nacional. Lo anterior ha provocado que los Ingenios del sector público se encuentren descapitalizados y excesivamente endeudados y que varios Ingenios del sector privado estén en situaciones análogas .

II. OBJETIVOS PARA UNA NUEVA POLITICA DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA AZUCARERA NACIONAL .

1. Que el país recupere la autosuficiencia azucarera en el menor plazo posible y recuperar su capacidad exportadora en los siguientes años .
2. Elevación substancial de la eficiencia y productividad en campo y fábrica .
3. Mejoría en los niveles y beneficios de la población trabajadora del campo .
4. Corrección de distorsiones en los hábitos de consumo y comercialización del azúcar .

5. Disminución gradual de la necesidad de apoyos -
fiscales a la industria .

6. Bases financieras sanas para que la Industria -
evite su excesivo endeudamiento .

Con el objeto de lograr estas medidas de producción,
se ha diseñado un programa de desarrollo integral de
la Industria Azucarera, cuyos puntos sobresalientes
son :

1. Ampliar la superficie cultivada en el período -
1980 - 1985 en alrededor de 170 000 hectáreas .

2. Elevar la productividad del cultivo de la caña -
de azúcar a una producción promedio de 74 a 77 tone-
ladas por hectárea. Incrementar el contenido de sa-
carosa de la caña de azúcar a través de un programa
intensivo de tecnificación de las labores agrícolas,
con énfasis especial en obras de infraestructura, -
fertilización, mejoría de variedades, combate de pla-
gas y demás técnicas de cultivos .

3. Las acciones anteriores permitirán producir apro-
ximadamente 50 millones de toneladas de caña en 1985.

En los aspectos industriales, se llevarán a cabo las
siguientes acciones en los ingenios del sector públi-
co :

1. Rehabilitación de 35 unidades, a efecto de mejorar sus condiciones para el aprovechamiento óptimo de su capacidad productiva. Esa medida producirá 500 000 toneladas en 1985 .
2. Ampliaciones de 18 Ingenios para elevar su capacidad en producción a 700 000 para 1985 .
3. Construcción de 7 nuevos Ingenios; 2 de ellos están en proceso de construcción, 3 más se arrancarán el presente y 2 se iniciarán en 1981. La capacidad de estas nuevas unidades ascenderá a 700 000 toneladas por año y estarán produciendo en 1985, 270 000 toneladas .

El programa antes descrito, requiere una inversión cercana a los 36 000 millones de pesos en la presente administración. De ellos 14 800 millones se invertirán en los Ingenios en operación, incluyendo 3 750 millones para mejorar sus respectivos campos cañeros. La inversión en las nuevas unidades ascenderá a 21 200 millones en el período 1980 - 1982 .

Además, para afrontar los problemas que han aquejado a esta industria, el programa integral de la industria azucarera requiere, modificar la estructura de precios del azúcar con objeto de evitar las distor -

siones que se han generado en la demanda, abatir el contrabando y permitir a la industria generar los recursos necesarios para cubrir su operación y su sano desarrollo y expansión .

En este sentido, se ha decidido elevar, al mismo nivel del precio internacional del azúcar consumido - por las industrias exportadoras, así como la industria de bebidas alcohólicas que han venido aumentando artificialmente su consumo de azúcar inducidas - por los bajos precios; ello es así porque esos consumos no tienen el carácter de populares y en consecuencia no merecen subsidios .

Se ha fijado en \$13.50 el kilogramo de azúcar utilizado por la industria en general y la refresquera en particular, lo que implica, aunado al incremento en otros costos, un ajuste en el precio de los refrescos. Finalmente, se establece el precio del azúcar estándar en \$12.50 el kilogramo en \$13.50 el kilogramo de azúcar refinada y en \$11.00 el kilogramo de mascabado .

De esta manera, se mantienen todavía un amplio diferencial entre el precio internacional (\$20.00) y el precio destinado al consumo doméstico, pero se reduce la brecha que ha venido generando los problemas -

antes apuntados. Ello es posible, porque los costos de producción nacional del azúcar aún se mantienen - por abajo de los precios internacionales .

Entre los objetivos principales del programa de reestructuración de la industria azucarera, está elevar el nivel de vida de los trabajadores y las familias de obreros y campesinos de esta rama .

Por otra parte, debe destacarse que la construcción de nuevos Ingenios, y la reparación y ampliación de los existentes, generará nuevas plazas industriales, y que la ampliación de la superficie dedicada al cultivo de la caña de azúcar, creará nuevos empleos campesinos .

C A P I T U L O I I

SELECCION DE ZONAS CAÑERAS FACTIBLES
PARA EL DESARROLLO AZUCARERO DEL
PAIS

II. SELECCION DE ZONAS CAÑERAS FACTIBLES PARA EL DESARROLLO AZUCARERO DEL PAIS .

Dada la importancia que la producción de azúcar tiene en la economía del país, consideramos que es indispensable planear la expansión de la Industria a plazos mediano y largo, a fin de obtener los más altos beneficios económicos y sociales de las inversiones que en el futuro se realicen en la construcción de nuevos Ingenios .

Ante esta necesidad la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, realizó una investigación a escala nacional , para la localización de las áreas con características climáticas, edáficas y socio-económicas idóneas para el cultivo de la caña de azúcar .

Por los alcances de la investigación y por su propia naturaleza, la C.N.I.A., hubo de implementar metodologías especiales para poder explorar a bajo costo una vasta extensión del territorio nacional, con la profundidad necesaria para establecer conclusiones válidas a los objetivos fijados .

Los resultados obtenidos en esta investigación, se consideran valiosos y de utilidad inmediata para orientar la toma de decisiones de futuras administraciones tocante a la construcción de nuevos ingenios .

Obviamente, los resultados y metodología de este estudio son perfectibles a medida que avanza la planeación del desarrollo, ya que al concretarse sus nuevas etapas, sugiere la necesidad de allegar más información a un nivel más detallado, así como nuevos elementos de juicio para caracterizar determinadas regiones, zonas o subzonas y para mejor diferenciarlas entre sí, afinando en su caso los criterios de jerarquización .

Este trabajo forma parte del desarrollo de la tesis, ya que corresponde con sus objetivos al planteamiento de los temas que en ésta se tratan .

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO .-

Las proyecciones del mercado nacional del azúcar, realizadas por la C.N.I.A., permitieron estimar que, para cubrir la demanda interna a 1985, será necesario incrementar en un 60% la producción actual .

Es decir que para esa fecha será necesario producir 4.3 millones de toneladas que comparadas con los 2.6 millones que se obtuvieron en la zafra 1975-76, representan un aumento de 1.7 millones de toneladas de azúcar .

Lo anterior significa bajo las condiciones imperantes de cultivo en temporal, con un rendimiento medio general de

70 toneladas por Ha. y un contenido de sacarosa en fábrica del orden de 8.5%, que deberán incorporarse a la superficie cañera actual, alrededor de 280,000 Ha. de corte; y que, adicionalmente con la superficie en volteo o descanso, se requerirá un total de casi 350,000 Ha.

Con los rendimientos señalados se manifiesta la necesidad de construir aproximadamente 20 nuevos ingenios con capacidad de molienda anual de 1'000,000 de Ton. de caña cada uno. Descontando de los 20 ingenios necesarios los 6 ya localizados y en diferentes fases del proceso de realización, quedan aun 14 por ubicar, con una superficie neta de aproximadamente 20,000 Ha. cada uno .

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el presente estudio tiene como objetivo : localizar, seleccionar y jerarquizar zonas cañeras factibles para el desarrollo azucarero del País .

METODOLOGIA DEL ESTUDIO .-

El proceso de selección y jerarquización de zonas factibles se desarrolló en dos etapas .

En la primera etapa se seleccionan y jerarquizan las zonas, bajo condiciones de temporal con atención exclusiva en aspectos físicos como altitud sobre el nivel del mar,

topografía, clima y suelo .

En la segunda etapa se complementa el proceso de caracterización y selección de las zonas, al considerar los niveles de desarrollo económico, disponibilidad de infraestructura básica, vías terrestres y obras públicas principalmente, así como algunos aspectos demográficos e institucionales que pudieran resultar determinantes para la - instalación de nuevos ingenios .

1. ASPECTOS FISICOS (PRIMERA ETAPA) .

El desarrollo de la la. etapa se realizó en 5 fases de - investigación, utilizando en cada una de ellas diferen - tes fuentes de información, en forma de circunscribir - progresivamente las áreas encontradas factibles en fases anteriores, mediante una selección cada vez más rigurosa. En la última fase, se jerarquizaron las que resultaron - finalmente seleccionadas .

Los criterios aplicados, factores analizados, las fuen - tes de información utilizadas y los resultados obtenidos en cada una de las fases de la primera etapa, se sinte - tizan en el cuadro No. 1 .

1.1 SELECCION PRELIMINAR (Fase I)

La primera fase consistió prácticamente en delimitar las zonas de estudio eliminando todas las áreas con restric - ciones evidentes para el cultivo de la caña de azúcar y preseleccionando solo aquellas abajo de los 25° latitud Norte, con alturas S.N.M. menores de 1,300 M., con cli - mas cálidos y semicálidos, húmedos y semihúmedos, locali - zados en planicies costeras o valles interiores con las características anotadas, y superficies mayores de - 15,000 Ha .

CUADRO No. 1
CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA LOCALIZACION Y JERARQUIZACION DE
NUEVAS ZONAS CAÑERAS Y FUENTES UTILIZADAS.
PRIMERA ETAPA.

SELECCION PRELIMINAR (FASE I)	DELIMITACION DE ZONAS (FASE II)	CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS (FASE III)	ANALISIS CLIMATICO (FASE IV)	RESULTADOS Y CONCLUSIONES (FASE V)
<u>Factores</u>	<u>Factores</u>	<u>Factores</u>	<u>Factores</u>	<u>Factores</u>
Latitud: 25° N AS NM 1 300 m. Climas A (Köppen) Planicies costeras. Valles interiores. Superficie 15 000 ha.	Relieve: plano a su- vemente ondulado.	Afine de fase II Relieve. Drenaje. Profundidad. Textura. Uso actual.	Temperaturas medias, -- máximas, mínimas, oscila- ciones, heladas, lluvia probable mensual, usos - consuntivos, luminosidad, ciones, etc.	Como y cuanto influyen -- los elementos climáticos y edáficos en la producti- vidad de la caña.
<u>Fuentes</u>	<u>Fuentes</u>	<u>Fuentes</u>	<u>Fuentes</u>	<u>Fuentes</u>
Cartografía: SEDENA, CETENAL 1:500,000 Imágenes LAND-SAT B y N esc. 1:1000 000 Banda 5	Imágenes LAND-SAT escala 1:500, B y N Banda 5. Planos SEDENA 1:100,000	Imágenes LAND-SAT Composito falso color bandas 4, 5 y 7, esca- la 1:500,000, planos de suelos y vegetación estudios agrológicos.	Servicio Meteorológico, CETENAL, S.R.H.	Análisis de Ingenios eco- nómicos y revisión biblio- gráfica.
<u>Resultado</u>	<u>Resultado</u>	<u>Resultado</u>	<u>Resultado</u>	<u>Resultado</u>
25.6 Millones de Hectáreas	12.6 Millones de Hectáreas	9.25 Millones de Hectáreas	Características climáti- cas de cada zona, época de zafra, requerimientos de riego.	Ponderación de factores y jerarquización de zonas.

La delimitación de estas áreas se realizó utilizando cartas de la Secretaría de la Defensa Nacional, escala 1 : 500,000 con curvas de nivel a cada 100 mts., e imágenes de satélite ERTS y LAND-SAT, escala 1:1'000,000, banda 5, en blanco y negro .

De esta la. fase resultó un área de estudio de aproximadamente 25.6 millones de Ha. (13.0% del país), distribuidas en 18 entidades federativas, como aparece en el cuadro No. 2

1.2 DELIMITACION DE ZONAS (fase II)

Una vez delimitadas las áreas de estudio se pasó a la 2a. fase en la que mediante planos de la Secretaría de la Defensa Nacional escala 1 : 100,000 con curvas de equidistancia vertical cada 50 mts. y con imágenes del satélite ERTS y LAND-SAT, en blanco y negro, banda 5, escala 1 : 500,000, se eliminaron las zonas inundables, las de relieve de lomeríos con pendiente fuerte y se identificaron las zonas cañeras actuales .

De esta 2a. eliminación resultó como factible aún una superficie de 12.6 millones de Ha., subdividida en varias zonas que representan el 6.4% del país, esto es el 49.0% de la superficie delimitada en la la. fase. La distribu

CUADRO No. 2
SUPERFICIES POR ESTADOS QUE EN LA PRIMERA FASE (*) DE SELECCION RESULTAN APARENTEMENTE
FACTIBLES PARA EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR.
(Miles de hectáreas).

Estado	Región	Superficie total Ha. x 1000	Superficie zonas factibles (*) Ha. x 1000	Porcentaje
1. Sinaloa.		5 800.0	328.3	5.66
2. Nayarit.		2 762.1	939.5	34.01
3. Jalisco.		8 137.0	753.2	9.26
4. Colima.		520.8	54.2	10.41
5. Michoacán.		6 000.0	299.7	4.99
6. Guerrero.		6 440.0	1 095.6	17.01
7. Oaxaca.		9 420.0	2 162.6	22.95
8. Chiapas.		7 740.0	3 126.6	40.39
	PACIFICO	46 819.9	8 759.7	18.70
9. Quintana Roo.		5 189.0	4 668.0	89.90
10. Yucatán.		3 850.0	357.4	9.30
11. Campeche.		5 090.0	1 224.0	24.05
12. Tabasco.		2 530.0	2 482.3	98.11
13. Veracruz.		7 285.0	5 621.1	77.16
14. Tamaulipas.		7 960.0	827.7	10.34
	GOLFO-CARIBE	31 904.0	15 180.5	47.58
15. Puebla.		3 399.7	472.6	13.90
16. Morelos.		475.8	244.7	51.43
17. Hidalgo.		2 080.0	93.4	4.49
18. San Luis Potosí.		6 320.0	872.8	13.81
	CENTRO	12 275.5	1 683.5	13.71
	ESTADOS INCLUIDOS	90 999.4	25 623.0	28.16
	P A I S	196 321.0	25 623.0	13.05

ción por entidades federativas se resume en el cuadro -
No. 3

1.3 CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS (Fase III)

La 3a. fase consistió en una caracterización y subzonificación de cada una de las zonas, dicha subzonificación - se realizó con base a las diferencias existentes en relación con el suelo tomando en consideración : Relieve, - Profundidad, Textura, Drenaje Superficial y uso actual - de acuerdo con la siguiente clasificación :

- | | | |
|-------------|----|--|
| Relieve | .- | R1 Plano a suavemente ondulado; con pendientes máximas de 6 a 7% |
| | | R2 Ondulados a fuertemente ondulados; con pendientes hasta 12% |
| | | R3 Cerril a disectado; con pendientes mayores a 12% |
| Profundidad | .- | P1 Poco profundo ; menos de 60 cm. |
| | | P2 Media ; de 60 a 90 cm. |
| | | P3 Buena ; mayor de 90 cm. |
| Textura | .- | T1 Gruesa, suelos gravosos, arenosos. |
| | | T2 Media; Francos |
| | | T3 Fina ; Arcillosos, pesados. Mas de 40 - 50% arcilla . |
| Drenaje | .- | D1 Bueno; no requiere obras especiales. |

CUADRO No. 3

SUPERFICIES POR ESTADOS QUE EN LA SEGUNDA FASE (*) DE SELECCION RESULTAN APARENTEMENTE FACTIBLES PARA EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR.

(Miles de hectáreas).

Estado	Región	Superficie factible *	% del Estado	% Primera fase
1. Sinaloa.		28.2	0.48	8.60
2. Nayarit.		253.2	9.16	26.95
3. Jalisco.		241.7	2.97	32.01
4. Colima.		0.0	0.00	0.00
5. Michoacán.		48.0	0.80	16.01
6. Guerrero.		256.0	3.97	23.36
7. Oaxaca.		817.0	8.67	37.78
8. Chiapas.		1 543.0	19.93	49.35
	PACIFICO	3 187.1	6.80	36.38
9. Quintana Roo.		1 646.0	31.72	35.22
10. Yucatán.		0.0	0.00	0.00
11. Campeche.		1 244.0	24.05	100.00
12. Tabasco.		1 477.7	58.41	59.53
13. Veracruz.		3 607.0	49.51	64.16
14. Tamaulipas.		543.0	6.82	65.60
	GOLFO-CARIBE	8 497.7	26.64	55.98
15. Puebla.		47.2	1.39	9.99
16. Morelos.		203.2	42.71	83.04
17. Hidalgo.		0.0	0.00	0.00
18. San Luis Potosí.		642.5	10.17	73.61
	CENTRO	892.9	7.27	53.04
	P A I S	12 577.7	6.41	

D2 Regular; solo requiere algunas obras especiales

D3 Malo ; requiere obras especiales.

Uso Actual .- Ar Agricultura de riego

At Agricultura de Temporal

Ps Pastizal

M Matorral

S Selva

La determinación de estas características se hizo mediante la interpretación de imágenes de satélite LAND-SAT, - escala 1 : 500,000 complementado con carta de clasificación de suelos sistema FAO-UNESCO realizada a escala - 1 : 2'000,000 por la S.A.R.H., y para algunas zonas, con cartas de Edafología y uso del suelo de DETENAL, así como fotografías aéreas a diversas escalas, lo mismo que - estudios agrológicos previos realizados para algunas zonas específicas .

En esta 3a. fase se hizo todavía una nueva eliminación - de aquellas áreas con relieve muy ondulado a quebrado - (R2 y R3), así como las que tienen suelos delgados (P1) o con mal drenaje superficial (D3), quedando únicamente las de arreglo : R1, P2, P3, T1, T2, T3, D1, D2, que hacen un total de 18 combinaciones a considerar como aptas para el cultivo de la caña de azúcar, en una superficie

de 9.25 millones de Ha. que representan el 4.7% del area total del país .

1.4 ANALISIS CLIMATOLOGICO (Fase IV)

Una vez que se hubieron definido en la segunda fase las zonas ya mencionadas, se procedió al análisis del clima de cada una de ellas, previa selección de las estaciones más representativas y con mayor número de observaciones.

Para aquellas zonas con mas de un tipo de clima, se seleccionó una estación para uno de ellos, resultando un total de aproximadamente 60 estaciones .

En cada una se analizaron los elementos que se ejemplifican en el Cuadro No. 4 para una de ellas. Como podrá notarse en el mencionado cuadro, los registros se analizaron estadísticamente .

Del análisis estadístico se concluyó que los registros mensuales de temperatura, siguen una distribución normal, y por tanto se asume que los valores de las medias calculadas están dentro de los intervalos de confianza para un 5% de error. El mismo procedimiento y conclusión se tuvo para los valores de medias máximas y medias mínimas.

Los valores de las Temperaturas, se relacionaron con los rangos de adaptación de la caña de azúcar en cada una de

Cuadro No. 4

REGISTROS CLIMATOLÓGICOS DE ZONAS POTENCIALMENTE CÁBRAS

Estación: Tuxpan, Ver.Lat. N 20° 57'Long. W 97° 24'Alt. msnm 14Zona: Tuxpan-Martínez de la TorreTamiahua-Tuxpat

CONCEPTO	E	F	N	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media anual
Temperatura media	19.4	20.7	22.7	25.0	26.9	27.5	27.1	27.4	26.3	24.7	21.8	19.5	24.1
Desviación	1.91	1.61	1.70	0.92	1.01	0.99	1.09	0.67	0.98	1.22	1.15	1.55	1.22
Error	0.46	0.39	0.41	0.22	0.24	0.23	0.26	0.16	0.21	0.31	0.29	0.38	0.29
Media de lluvias	23.5	25.0	26.8	29.1	30.8	31.2	31.0	31.3	30.4	29.1	26.0	24.1	28.2
Desviación	2.10	1.79	1.70	0.97	0.95	1.02	0.94	0.98	0.81	0.96	1.24	1.68	1.25
Error	0.51	0.44	0.41	0.23	0.22	0.24	0.22	0.23	0.20	0.22	0.31	0.41	0.30
Media de mínimas	15.4	16.4	18.6	20.9	21.4	21.9	21.3	21.3	22.1	20.4	17.5	15.2	19.9
Desviación	2.02	1.72	1.88	1.31	2.78	1.18	1.50	1.28	1.53	1.93	1.67	1.96	1.74
Error	0.49	0.42	0.46	0.31	0.68	0.20	0.37	0.30	0.37	0.48	0.42	0.48	0.42
Gravedad media	8.1	8.6	8.2	8.2	9.4	7.4	7.7	8.0	8.1	8.7	8.5	8.9	99.40
Media máxima	32.0	33.2	36.0	37.0	36.5	36.3	36.4	35.4	36.2	34.0	34.4	33.0	37.0
Mínima máxima	4.0	1.0	8.0	13.1	16.0	16.0	16.0	17.0	14.0	12.0	8.0	6.0	1.0
Precipitación media	34.0	36.6	40.4	59.5	70.9	174.7	149.8	144.1	130.3	180.2	70.8	44.9	1326.4
Probabilidad de la media	39.4	40.7	32.3	31.6	33.2	40.5	40.5	40.2	42.5	42.0	40.2	40.4	45.5
Lluvia probable (50%)	2.6	2.9	1.9	2.6	3.6	14.1	12.1	11.4	28.3	15.7	5.5	3.6	104.3
Lluvia máxima en 24 hrs.	34.0	197.0	151.2	172.5	145.0	149.0	118.2	202.0	1324.3	150.2	261.0	125.0	324.3
Días c/lluvia apreciable	7	6	6	5	5	10	10	8	14	9	7	7	94
Días c/lluvia inapreciable	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	21
Días con rocío	5	4	0	2	5	2	6	6	2	4	2	5	43
Humedad relativa													
Evaporación													
Días despejados	15	15	10	18	23	21	22	23	18	20	15	15	214
Días nublados	9	9	8	8	4	4	5	4	0	7	9	11	66
Viento dominante	N	N	N	S	S	SE	SE	SE	NE	N	N	N	N
Su frecuencia	70	55	85	35	50	45	40	45	20	50	55	55	50
Vel. máxima													
Vel. media													
Granizadas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hielos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Días con neblina	5	4	3	4	3	2	2	2	2	3	3	4	37
Ciclones (frecuencia mensual)										10			0.6

sus etapas de desarrollo, según se ejemplifica para una estación en la Figura No. 1

Como podrá verse en la misma gráfica, se anota el valor de "Oscilación acumulada arriba de 21°C" que es un índice determinado por varios investigadores quienes concluyen que la productividad de la caña está en función directa de las oscilaciones entre 21°C y las máximas registradas .

El análisis estadístico de los registros pluviométricos contempló la determinación de las probabilidades de ocurrencia de los valores medios mensuales, ya que de la información recopilada se observó que los valores de la precipitación no siguen una distribución de curva normal, sino que corresponden a una curva incompleta y diferente para los registros de cada mes y por tanto, con diferentes probabilidades de ocurrencia mensual. Una vez determinadas las curvas, se adoptaron como valores de precipitación mensual los que corresponden al 50% de probabilidad .

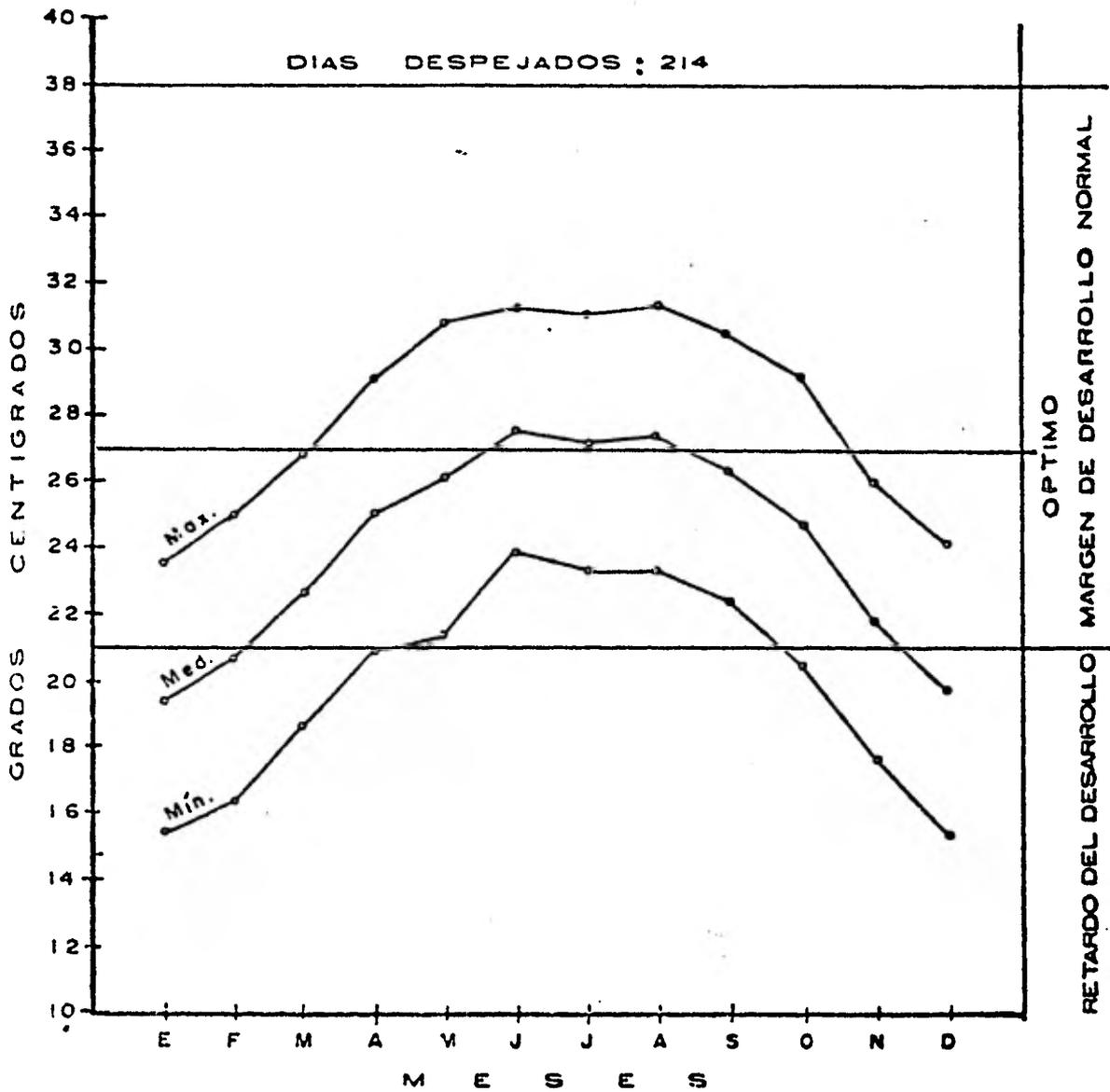
Obtenidos los valores mas probables de temperatura y de lluvia, se procedió a determinar la "Eficiencia de Temporal" para la caña de azúcar en cada una de las zonas de influencia de las estaciones consideradas .

El índice de Eficiencia de Temporal, representa el porcen

Figura No. 1

ESTACION: TUXPAN, VER.

OSCILACION MENSUAL ACUMULADA ($> 21^{\circ}\text{C}$) = 86.3



taje en que la lluvia probable aprovechable satisface el uso consuntivo o requerimientos de agua de la caña. El uso consuntivo se calculó por el método de Blanney y Cridole que considera al : Fotoperíodo, la Temperatura Media, y el Coeficiente de crecimiento de la caña, para el cual se calculó un valor ponderado representativo para socas y resocas de 12 meses, cortadas en 6 diferentes meses de zafra .

Los valores mensuales de uso consuntivo y lluvia probable aprovechable, que conjugados determinan la Eficiencia del Temporal, se graficaron para todas las estaciones como se ejemplifica en la Figura No. 2 ; donde también se anotan los requerimientos de riego y de drenaje del agua exedente .

1.5 JERARQUIZACION DE LAS ZONAS PRESELECCIONADAS

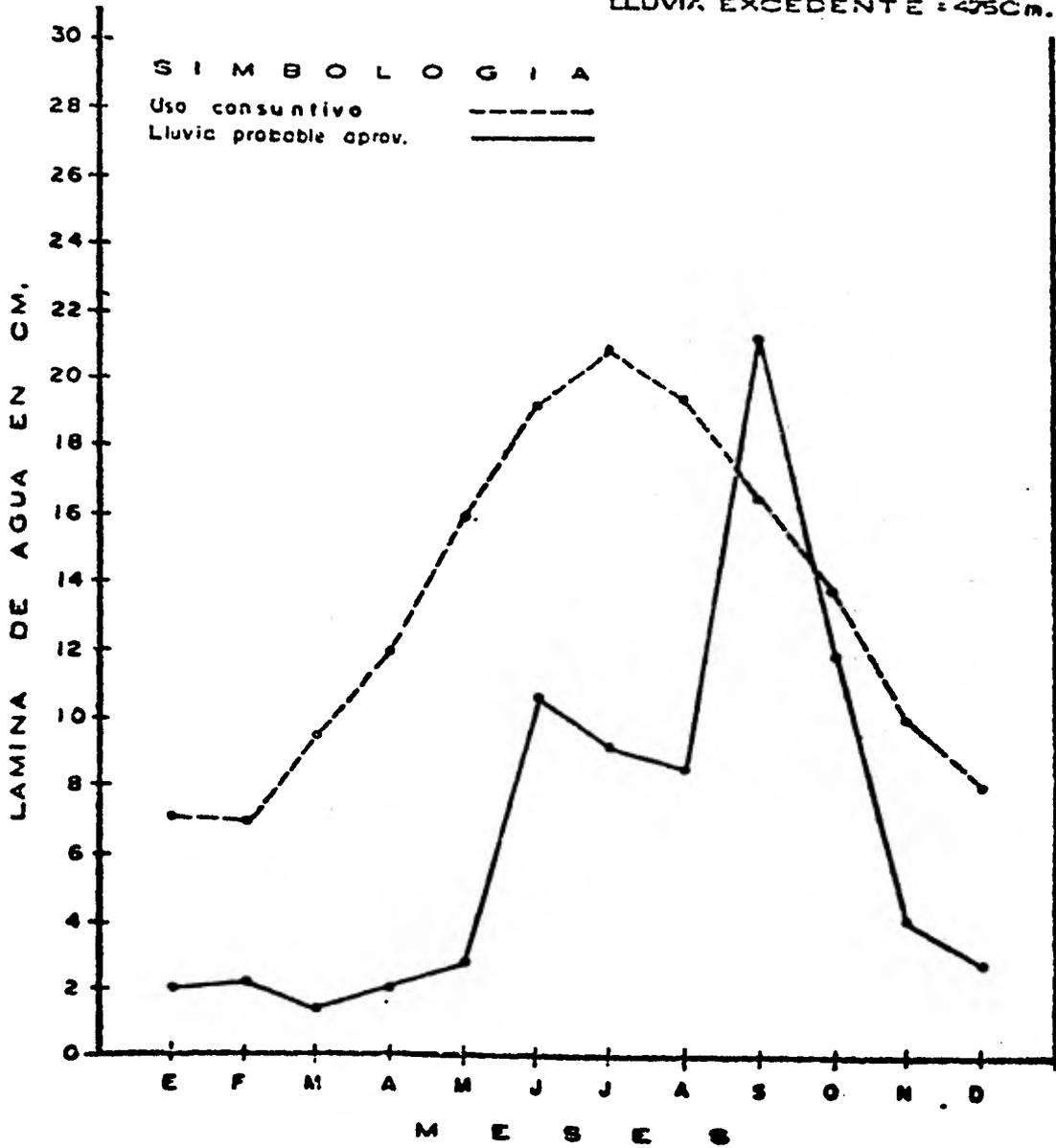
(Fase V) .

En esta última fase de la primera etapa el objetivo fue jerarquizar las zonas preseleccionadas en cuanto a sus características edáficas y climáticas, principalmente . Para ello se realizó una investigación de como y en que grado influyen los elementos climáticos y edáficos en la productividad de la caña de azúcar .

Figura No. 2

ESTACION: TUXPAN VER.

REGLERIMIENTO DE RIEGO: 85.24 cm. LLUVIA PROB. APROV: 46.35% UC.
 LLUVIA EXCEDENTE = 475 cm.



1.5.1 Factores del Medio Ambiente Determinantes del Desarrollo y Productividad de la Caña de Azúcar .-

La mayoría de los trabajos de investigación realizados en varios países por diversos investigadores , llegan prácticamente a las mismas conclusiones que se sintetizan a continuación .

El orden de importancia de los factores del medio ambiente natural, en cuanto a su influencia en el desarrollo y productividad de la caña de azúcar son :

- Luminosidad
- Temperatura
- Humedad
- Suelo

Luminosidad .-

"La caña de azúcar es por excelencia una planta de sol". La luminosidad afecta todo el complejo crecimiento y producción de sacarosa de la caña de azúcar, su influencia se manifiesta, tanto a través de su intensidad como de la duración del fotoperíodo .

El fotoperíodo esta determinado principalmente por la latitud y en menor cuantía por la altitud; sin embargo, dentro de la franja intertropical considerada en este estudio, aproximadamente 15° a 25° de latitud norte y dado

que se trata de planicies costeras y valles de poca altitud, las variaciones de fotoperíodo son muy reducidas. - Es en todo caso la intensidad de la luz, determinada por la nubosidad, la que determinan que se tengan diferencias en la productividad de la caña entre zonas .

Temperatura .-

Los rangos de temperatura dentro de los cuales la caña de azúcar alcanza su desarrollo normal y óptimo, así como aquellos en que se retardan y paralizan sus funciones ya han sido establecidos y corroborados para las condiciones imperantes en nuestro país .

Han quedado establecidos también otros parámetros para determinar los regímenes térmicos más adecuados para la caña de azúcar .

"Temperaturas superiores a 21°C son las responsables del crecimiento efectivo de la caña de azúcar " .

"La variación diurna acumulada entre las temperaturas máxima y mínima, en un mes antes de la cosecha produce un efecto positivo sobre los rendimientos de sacarosa " .

Ha quedado también establecido como relación entre la luminosidad y la temperatura, que las condiciones de desarrollo y crecimiento de la caña mejoran cuando aumenta -

la primera, pero que para cada valor de temperatura, hay un requerimiento mínimo de luminosidad a mayor temperatura, mayor requerimiento mínimo de luminosidad y viceversa .

Humedad .-

Cuando los elementos luz y temperatura son adecuados, es la humedad el factor responsable del desarrollo y productividad de la caña de azúcar .

Cuando el abastecimiento de agua a la caña durante el crecimiento es suficiente, se mejora la formación de sacarosa en la lámina foliar; y, así mismo, su translocación al tallo y su extracción como jugo de la caña.

Sin embargo cuando el crecimiento de la caña empieza a disminuir, es la humedad excesiva el factor que provoca una reducción en la concentración de sacarosa. Trabajos de investigación al respecto reportan : "Las lluvias registradas en el lapso de 2 meses anteriores a la cosecha, tienden a reducir los rendimientos del azúcar ".

Algunos otros investigadores reportan que "No hay gran diferencia si el suelo esta más o menos húmedo mientras que su contenido de humedad este arriba del punto de marchitamiento, siempre y cuando no haya otros factores li-

mitantes" . Esto en cierta forma se explica, en virtud de que la caña de azúcar tiene capacidad de absorber humedad directamente del ambiente a través de las hojas; o sea que el principio es válido siempre y cuando la humedad relativa de la atmósfera sea alta .

Suelos .-

Algunas características de los suelos, se relacionan directamente con el crecimiento de las raíces, que a su vez tienen gran importancia en todas las funciones de adaptación y desarrollo de la caña de azúcar, y consecuentemente en sus rendimientos .

El suelo es tal vez el factor más importante en las funciones correspondientes a las primeras fases de la vida de la planta: germinación, emergencia, desarrollo de las raíces y amacollamiento hasta cierre de campo, condiciones que a su vez son determinantes en etapas posteriores.

La humedad que el suelo pueda almacenar para que sea aprovechada por la planta, depende de sus valores de capacidad de campo, punto de marchitamiento, textura, drenaje interno, así como de la profundidad a que las raíces puedan penetrar .

1.5.2 Análisis de Ingenios Actuales Relacionado con el Desarrollo de la Caña .

Con el fin de encontrar un apoyo a las conclusiones de la investigación de los factores anteriores, se realizó un análisis de los Ingenios actuales en México, tratando de encontrar o establecer correlaciones lógicas, entre las características ecológicas naturales prevalecientes en cada una de las zonas cañeras, con sus correspondientes rendimientos de la caña .

Dentro de los factores ecológicos considerados se incluyó : latitud, altitud, temperaturas medias mensuales, media de máximas, media de mínimas, oscilación diaria, días despejados, días nublados, precipitación mensual y características de los suelos dominantes; como datos de producción se incluyeron los rendimientos medios de tonelaje por Ha. de plantilla, socas y resocas, los rendimientos de azúcar en fábrica y sus equivalentes a azúcar por Ha.

Con el auxilio de una computadora electrónica, se hicieron diversos agrupamientos y ordenamientos de los factores ecológicos y datos de producción, tratando establecer las funciones matemáticas que pudieran relacionarlos.

No fue posible llegar a un resultado concluyente .

Se apreciaron algunas tendencias hacia la comprobación - de las hipótesis, pero en ningún caso se llegaron a establecer relaciones generales .

Lo anterior pudiera ser atribuible a que son numerosos y complicados los factores no controlados, ajenos al medio ambiente natural, que influyen y en muchos casos determinan los rendimientos en el campo tales como: niveles de tecnificación, variedades utilizadas, oportunidad en las labores de cultivo, organización de la producción y de - los productores, aspectos institucionales y administrativos, etc .

Aún para los 4 principales factores físicos: luminosidad, temperatura, humedad y suelo, su influencia relativa en la productividad de la caña de azúcar, solo puede ser establecida en terminos muy generales y con una aproxima - ción gruesa cuando se les considera en forma aislada .

Respecto a sus posibles interacciones, deberán realizar se trabajos experimentales más sistemáticos para poder - eventualmente establecer algún modelo de correlación múltiple suficientemente representativo .

En condiciones naturales, no controladas, dichas interacciones resultan complicadas y es difícil establecer valores o funciones numéricas de correlación. Para subsanar

este inconveniente y poder jerarquizar las zonas, fue necesario recurrir a un sistema lógico de calificación a base de grados de mérito o de demérito que cada uno de los 4 factores confieren a las zonas seleccionadas. El sistema de ponderación de los factores y calificación de las zonas se describen a continuación .

1.5.3 Criterios de valorización de los Factores Físicos y Jerarquización de las Zonas Cañeras Factibles .

La luminosidad como se ha dicho es un factor importante, sin embargo, por el hecho de que no existen entre las zonas preseleccionadas, variaciones grandes en el fotoperíodo resulta ser la nubosidad el único elemento a considerar. Las zonas pueden calificarse con respecto a este factor de la. a 2a. Categoría .

En relación con la Temperatura, habiendo eliminado ya las zonas con heladas e incluido sólo las cálidas, el único factor considerado es la oscilación acumulada de las temperaturas mayores de 21°C. Según su importancia y variación puede catalogarse a las zonas en la., 2a., ó 3a. Categorías .

Referente a la Humedad el criterio de diferenciación basado en la Eficiencia de Temporal, da lugar a rangos de

variación muy amplios y es capaz de originar diferencias considerables entre zonas, en cuanto a los rendimientos de la caña; por esta razón se considera deben diferenciarse hasta cinco categorías .

En cuanto a las condiciones edáficas, hecha ya una eliminación de aquellos suelos que presentan limitaciones para el desarrollo de la caña, quedan 12 posibles combinaciones según características de Relieve, Profundidad, Drenaje y Textura, que influyen en grado suficiente para colocar a las zonas en rangos de 1a. a 4a. Categoría . - Cuadro Nº 5.

En resumen, según el grado en que cada uno de los factores considerados pueden influir en la variación de los rendimientos esperados, se le califica conforme a la siguiente tabla :

TABLA DE GRADOS DE DEMERITO

F A C T O R	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.
L = Luz	x	x			
T = Temperatura	x	x	x		
H = Humedad	x	x	x	x	x
S = Suelo	x	x	x	x	

CLASIFICACION DE SUELOS
(ESPECIFICA PARA ZONAS CON POTENCIAL CAÑERO)

FACTORES				CLAVES				CLASE
RELIEVE PLANO A SUAVEMENTE ONDULADO	PROFUNDIDAD: 60 A 90 cm.	GRUESA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₂	D ₁	T ₁	3 ^a
		MEDIA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₂	D ₁	T ₂	2 ^a
		FINA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₂	D ₁	T ₃	2 ^a
		GRUESA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₂	D ₂	T ₁	3 ^a
		MEDIA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₂	D ₂	T ₂	3 ^a
		FINA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₂	D ₂	T ₃	4 ^a
	PROFUNDIDAD: MAS DE 90 cm.	GRUESA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₃	D ₁	T ₁	2 ^a
		MEDIA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₃	D ₁	T ₂	1 ^a
		FINA	DRENAJE BUEN	R ₁	P ₃	D ₁	T ₃	1 ^a
		GRUESA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₃	D ₂	T ₁	2 ^a
		MEDIA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₃	D ₂	T ₂	2 ^a
		FINA	DRENAJE REGULAR	R ₁	P ₃	D ₂	T ₃	3 ^a

Nota: Se preeliminan los suelos de relieve muy ondulado (R₂) y accidentado (R₃).
Igualmente se eliminan los poco profundos (P₁) y/o con mal drenaje (D₃).

Por ejemplo, una determinada zona puede quedar clasificada como de 1a. categoría tanto por luminosidad (L1) como por temperatura (T1) y tener restricciones de humedad, - factor por el cual puede quedar en 4a. categoría (H4), y de acuerdo con sus características de suelo ser de 3a. - (S3) y así, cada zona puede tener diferentes valores para cada uno de los factores los que en conjunto determinarán su calificación según el arreglo L1,2 T1,2,3 - H1,2,3,4,5 S1,2,3,4

Los valores establecidos para los grados de demérito de los factores, que se presentan mas adelante, corresponden exclusivamente al análisis de las zonas preseleccionadas y únicamente a caña de azúcar .

Los rangos para cada grado de demérito, obedecen a una - estratificación de la amplitud de los rangos de variación mas frecuentes, encontrados para cada uno de los - factores, así se tiene :

F A C T O R	CATEGORIA	CARACTERISTICAS
Luminosidad	1a.	Más de 180 días despejados por año.
	2a.	Menos de 180 días - despejados por año.
Temperatura (Oscilación acumulada entre media máxima mensual y 21° C)	1a.	De 150° C a 200° C
	2a.	De 100° C a 150° C
	3a.	De menos de 100° C

Humedad	1a.	De 90% a 100%
Porcentaje del uso <u>con</u> suntivo cubierto con lluvia probable apro- vechable. (Eficien - cia de Temporal)	2a.	De 80% a 90%
	3a.	De 70% a 80%
	4a.	De 60% a 70%
	5a.	De 50% a 60%
Suelo	1a. a 4a.	Según se esquematiza en el Cuadro No. 5

De las zonas preseleccionadas en la 3a. fase, se elimina ron algunas cuya eficiencia de temporal es menor del 50%.

Jerarquización de las zonas cañeras factibles .-

Las numerosas interacciones entre los 4 factores y sus -
diferentes valores que hacen un total de 120 posibles -
combinaciones, hacen prácticamente imposible predecir, -
sin el apoyo de mediciones reales, el efecto cuantitati-
vo de cada una de ellas en la producción de azúcar por -
Hectárea .

No obstante, se hizo un agrupamiento lógico que se basa
en considerar los valores absolutos de las categorías o
subíndices (de 1a. a 5a.), de los factores ecológicos -
que denotan los grados de mérito o demérito que infieren
a las zonas como punto de partida para intentar algunas

comparaciones útiles a nuestros propósitos .

Cuando se intenta diferenciar las zonas, es válido establecer que aquella que tenga en primera categoría los 4 factores (L1 T1 H1 S1), será la mejor, en lo que, de acuerdo con la tabla de grados de deméritos propuesta con anterioridad la suma de los subíndices será igual a "4".

En el caso opuesto estará aquella zona con las categorías extremas (I2 T3 H5 S4), cuyos subíndices suman 14 puntos .

En igual forma, para cada una de las 120 combinaciones posibles, al sumar los valores absolutos de los subíndices se obtendrán siempre cantidades iguales o mayores a 4 y menores o iguales a 14, es decir, que pueden tenerse 11 diferentes valores .

Partiendo del hecho de que todas las zonas preseleccionadas son en mayor o menor grado, aptas para el cultivo de la caña de azúcar, ya que se han eliminado durante el proceso las que presentan limitaciones, parece adecuado asignarles calificaciones que van de 60 a 100 puntos, de acuerdo con los 11 valores de las sumas de los subíndices, en la siguiente forma :

<u>Suma de Subíndices de los Factores</u>	<u>Calificación</u>
4	100
5	96
6	92
7	88
8	84
9	80
10	76
11	72
12	68
13	64
14	60

Cabe aclarar que no se consideraron aquellas que tienen una eficiencia de temporal menor de 50% .

Los resultados finales de superficies por zonas, según - las calificaciones obtenidas, se presentan en el Cuadro No. 6, donde puede observarse que la máxima calificación alcanzada es de 92 puntos, correspondiendo a las zonas - de la Costa de Chiapas y algunas partes de Tabasco, que hacen un total de 309,700 Ha. Adicionalmente se obtu - vieron 712,000 Ha. con calificación de 88 puntos, distri - buidas en diversas zonas de la región Sur del Golfo de - México principalmente .

CUADRO No. 6
JERARQUIZACION DE ZONAS CAÑERAS FACTIBLES PARA EL DESARROLLO AZUCARERO DEL PAIS.
ZONAS CON EFICIENCIA DE TEMPORAL MAYOR DE 50%.

ZONA NUMERO	CALIFICACIONES Y SUPERFICIES EN HECTAREAS										TOTAL	
	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96		100
1					69 500	88 500	100 300					258 300
2	62 500	50 600		24 900								138 000
3			31 200	28 500	44 400	50 000	7 200		207 700			369 000
4						23 760		191 875				215 635
5				221 700								221 700
6						232 300		37 800				270 100
7							225 600	239 800				412 300
8								155 400	102 000			257 400
9						96 125	171 475	87 800				355 400
10				215 200								215 200
11				279 400	118 400							397 800
12			185 000	368 100	25 000							578 100
13		117 100	5 000	55 000								177 100
14		70 500	170 000	13 800	112 500							366 800
15		379 000			7 700							386 700
16			810 498	23 500								833 998
SUMA	62 500	617 200	1 201 698	1 230 100	377 500	490 685	504 575	712 675	309 700			5 453 533

2. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS (SEGUNDA ETAPA) .

En esta segunda etapa se estableció como finalidad ajustar o complementar la jerarquización resultante de la primera .

Para ello, se considerarán básicamente factores de carácter económico que pueden afectar en mayor o menor grado la conveniencia de desarrollar nuevas zonas cañeras en las áreas previamente calificadas por su idoneidad desde el punto de vista ecológico .

Lo anterior tiene como enfoque principal un objetivo económico definido : Alcanzar la mayor producción de azúcar por unidad de superficie con la mínima inversión requerida .

Bajo este criterio de análisis, se tomó en consideración la presencia o ausencia de los siguientes factores :

- Infraestructura Básica : Para riego y/o drenaje.

Vías de comunicación terrestre.

Fuentes y líneas de transmisión eléctrica.

- Terrenos habilitados para la agricultura intensiva.
- Ventajas económicas comparativas de la caña de azúcar respecto a los cultivos existentes en la zona.

- Población humana suficiente con experiencia en labores de tipo agrícola.

Adicionalmente, con la finalidad de ampliar la caracterización de las diferentes zonas, se recopiló y analizó la información respecto a otros elementos del desarrollo tales como : Demografía, Niveles de Vida, Ocupación y Tenencias de la Tierra, entre otros .

Para cada uno de los conceptos estudiados, se hizo el siguiente análisis .

2.1. INFRAESTRUCTURA BASICA .

La disponibilidad actual de determinadas obras de infraestructura confieren a algunas zonas, ventajas económicas comparativas sobre otras que carecen de ellas . Tal es el caso de caminos de acceso e internos, vías de ferrocarril y energía eléctrica .

Como resultado de la primera etapa de selección, hubieron de eliminarse algunas zonas cuya limitante es la baja eficiencia de temporal, o aquellos con drenaje deficiente pero con características adecuadas en cuanto a luminosidad, temperatura y suelo. Por lo anterior, para ajustar su prioridad se consideró la disponibilidad actual y futura de la infraestructura de riego y/o drenaje dado que, el control de la disponibilidad de agua para -

la caña de azúcar de acuerdo con sus requerimientos, presenta numerosas ventajas económicas para el campo y la fábrica .

Respecto a la disponibilidad actual, se recabó la información de diversas publicaciones de la S.A.R.H., resultando que la superficie que está actualmente bajo riego (3.5 millones de Ha.), 803.4 miles de Ha. se localizan dentro de las zonas preseleccionadas, y de éstas a su vez, solo 114.3 miles de Ha. (14.2%) se cultiva con caña de azúcar .

Con referencia a la disponibilidad futura de riego y/o drenaje se consideraron las diversas publicaciones de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico, que contempla las posibilidades y programas de obras hidráulicas de 1974 - al año 2000 .

El programa de obras en cuestión, está basado en las proyecciones de oferta y demanda de productos agropecuarios, entre los cuales contempla la caña de azúcar, según su oferta futura con las siguientes prioridades :

En la Costa del Pacífico ocupará el 4º lugar después de Soya, Cártamo y Sorgo .

En la región Golfo Sureste ocupará el primer lugar aunque aún no se determina localización y superficies .

Dentro del balance de productos agrícolas al año 2000, -

considera que la oferta de azúcar en esa fecha, como resultado de los proyectos hidroagrícolas, será de 86.9 millones de toneladas de caña bajo riego, cifra que equivale a poco más de 800,000 Ha. . Considera así mismo la producción de 14.8 millones de toneladas de caña en condiciones de temporal, que representan apenas 250,000 Ha. aproximadamente .

2.2. OBRAS DE HABILITADO AGRICOLA Y USO ACTUAL .

Resulta obvia la conveniencia económica y las ventajas que presentan para la instalación de nuevos Ingenios el hecho de que las zonas preseleccionadas se encuentren desmontadas o que la cubierta vegetal actual facilite o haga innecesaria la habilitación agrícola del terreno .

La caracterización de las zonas respecto a su uso o cubierta vegetal actual se realizó en la primera etapa de este estudio mediante la interpretación de imágenes de satélite y fotografías de vuelo bajo. Adicionalmente la investigación se complementó con la clasificación del uso actual, información obtenida de un sistema computarizado de datos censales de 1970, denominado "Sistema Geomunicipal " .

2.3. COMPETITIVIDAD DE LOS CULTIVOS ACTUALES CON LA - CAÑA DE AZUCAR .

Con base en la información geomunicipal del censo de -
1970 se obtuvieron para cada una de las zonas los princi
pales cultivos que se desarrollan en los municipios que
los integran .

Los datos censales reportan que en casi todas las zonas
preseleccionadas, la mayor superficie agrícola está con
cultivos básicos, quedando incluidos entre ellos los 5 -
(maíz, arroz, frijol, sorgo y soya), en base a cuyos pre
cios de garantía, se fija por ley el precio de liquida -
ción de la caña por contenido de sacarosa .

La ley en cuestión establece que el precio de sacarosa -
en caña variará en relación directa con los cambios de -
los precios de garantía de esos 5 cultivos, razón por la
cual, implícitamente la caña compite en forma favorable
con los cultivos en cuestión .

Adicionalmente al análisis expuesto, se investigaron los
valores y costos de producción para determinar la utili-
dad por Ha. de los principales cultivos, en temporal y -
en riego, en las regiones tropicales de México. Se con-
sideraron rendimientos superiores a la media y sin embar
go la caña de azúcar, con rendimientos conservadores, -

supera en redituabilidad por Ha. a la gran mayoría de los cultivos .

2.4. ASPECTOS DEMOGRAFICOS .

Se investigó a nivel municipal los aspectos demográficos de las zonas preseleccionadas con el objetivo de determinar la disponibilidad de mano de obra con experiencia en las labores agrícolas, así como otros elementos de la demografía que permiten una mejor caracterización de las zonas. Se investigaron las siguientes variables: población total y económicamente activa por sectores, fuerza de trabajo, desocupación, niveles de ingreso por sectores y densidad de población rural, principalmente .

La información de infraestructura y niveles de desarrollo se complementó con la situación actual de la tenencia de la tierra, y su estratificación por superficies . Los aspectos socioeconómicos y de infraestructura más relevantes, se presentan en cuadros, de acuerdo con los siguientes formatos .

AGRUPAMIENTO DE ACUERDO CON POSIBILIDADES DE RIEGO

NUMERO DE SUB-ZONA	SIN POSIBILIDADES DE RIEGO (Ha)	CON POSIBILIDADES DE RIEGO (Ha)	CON RIEGO ACTUAL (Ha.)
No.	Superficie	Superficie	Superficie

CARACTERIZACION RESPECTO A FACTORES ECONOMICOS .

COMUNICACION TERRESTRE

NUMERO DE SUB-ZONA	CAMINOS DE ACCE SO	CAMINOS INTERIO RES	FFCC	DESMONTE ACTUAL	USO AGROPE CUARIO AC-TUAL	DISPONI BILIDAD DE MANO DE OBRA
	Si	Si	Si	Total	Intensivo	Suficien te
	No	No	No	Parcial	Semiintensivo	
				Nulo	No Intensivo	Insufi- ciente
					Nulo	

2.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .

Finalmente como resultado de la selección y jerarquiza -
ción de zonas y sub-zonas, producto de la primera etapa
de este estudio, y la caracterización de las mismas, re-
sultado de la segunda, se concluyó : Agrupar por separa
do las factibles bajo condiciones de Temporal (Cuadro 7),
y las que solo lo son bajo condiciones de Riego (Cuadro
No. 8) .

Para el primer grupo se establecieron las siguientes con
dicionantes :

- a).- Eficiencia de Temporal mayor de 50% .
- b).- Calificación mínima de 80 puntos .
- c).- Superficie mínima de 50,000 Ha .

Las que cumplen los requisitos establecidos, hacen un total de 1'749,975 Ha., distribuídas en 17 áreas de las cuales 375,025 Ha. alcanzan calificación de 80 puntos; - 451,275 Ha. alcanzan calificación de 84 puntos; 634,775 Ha. alcanzan calificación de 88 puntos; y 288,900 Ha. alcanzan calificación de 92 puntos .

La distribución de estas áreas por zonas y por entidades, así como sus respectivas calificaciones, características físicas y económicas se resumen en el cuadro N^o 7 .

En el mismo cuadro referido, se anota la lámina de agua de lluvia excedente que requerirá ser drenada. Este aspecto se considera importante para comparar entre sí las diferentes áreas, ya que por las características de la distribución de la precipitación, casi por lo general, - aquellas zonas que tienen una mayor eficiencia de temporal, es decir mejor calificación para este concepto, tienen el inconveniente del agua excedente .

Parte de las áreas del segundo grupo, corresponde a aquellas en las que es factible el cultivo solo bajo condiciones de riego; son las que habían quedado eliminadas de la primera etapa del estudio por tener una eficiencia de temporal menor de 50%, de las que solo se incluyen - aquellas donde existe riego actual o se tienen identifi-

C U A D R O N o. 7

AREAS DE TEMPORAL SELECCIONADAS Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS

Zona y Subzona	Estado	Superficie Ha.	Calificación (puntos)	VALORACION DE FACTORES FISICOS				VALORACION DE ASPECTOS ECONOMICOS			Lluvia excedente lámina en cm.	
				Luz (1)	Temperatura (1)	Humedad (1)	S u a l o (1)	Posibilidades de riesgo	Vías terrestres	Uso agropecuario actual		Manejo de obra
1-1	Oaxaca	46 600	80	177	118.4	73.49	R ₁ P ₂ D ₁ T ₂	Nula	SI	No intensivo	Suficiente	76.46
1-2	Oaxaca	88 000	84	187	123.3	61.54	R ₁ P ₂ D ₁₋₂ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	15.08
3-1	Chiapas	110 700	92	159	164.8	87.10	R ₁ P ₃ D ₁ T ₂	Actual-Futura	SI	No intensivo	Suficiente	120.9
3-2, 3	Chiapas	76 200	92	159	164.8	87.10	R ₁ P ₃ D ₁ T ₂	Futura	FF. CC.	Semi intensivo	Suficiente	120.9
4-1	Chiapas	191 875	88	87	110.8	88.58	R ₁ P ₃ D ₁ T ₂	Futura	FF. CC.	Nulo	Suficiente	57.03
6-1	Tabasco	67 900	80	159	135.8	92.83	R ₁ P ₂ D ₂ T ₁	Nula	No	No intensivo	Suficiente	107.43
6-2	Tabasco	164 400	80	159	135.8	92.83	R ₁ P ₂ D ₂ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	107.43
7-1	Tabasco	145 600	84	1	180.8	85.90	R ₁ P ₂ D ₂ T ₂	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	62.53
7-2	Tabasco	140 700	88	153	127.2	93.18	R ₁ P ₃ D ₁₋₂ T ₂	Futura	SI	Nulo	Suficiente	108.27
7-3	Tabasco	80 000	84	153	127.2	93.18	R ₁ P ₃ D ₂₋₃ T ₂	Futura	SI	Nulo	Suficiente	108.27
7-4	Chiapas	59 000	88	1	180.8	85.90	R ₁ P ₂ D ₁ T ₂	Futura	No	Nulo	Suficiente	62.53
8-1	Tabasco	102 000	92	134	115.1	89.00	R ₁ P ₃ D ₁ T ₃	Actual-Futura	SI	Semi intensivo	Suficiente	104.74
8-2	Tabasco	155 400	88	1	180.8	85.90	R ₁ P ₂ D ₁₋₂ T ₂	Futura	SI	Nulo	Suficiente	62.53
9-1	Veracruz	96 125	80	238	116.8	73.46	R ₁₋₂ P ₂ D ₂ T ₃	Nula	FF. CC.	No intensivo	Suficiente	31.62
9-2, 3	Veracruz	87 800	88	238	116.8	73.46	R ₁ P ₃ D ₁₋₂ T ₂₋₃	Nula	No	No intensivo	Suficiente	31.62
9-4	Veracruz	51 875	84	238	116.8	73.46	R ₁ P ₂ D ₁₋₂ T ₃	Nula	No	Nulo	Suficiente	31.62
9-5	Veracruz	85 800	84	134	115.1	89.00	R ₁₋₂ P ₂ D ₁ T ₂	Nula	No	No intensivo	Suficiente	104.74
SUMA		1 749 975										

(1) Los valores anotados corresponden a las tabulaciones establecidas de la primera etapa.

cados proyectos de riego de acuerdo con el programa del Plan Nacional Hidráulico. Este aspecto plantea la conveniencia de recalificarlas, considerando que su calificación aumentaría por el concepto "Humedad" que pasaría a primera categoría .

Para incluirlas como áreas factibles, se establecen las siguientes condiciones :

- a) Con riego actual o en proyecto .
- b) Calificación mínima de 80 puntos .
- c) Superficie mínima de 50 000 Ha.

Los resultados se anotan en el cuadro N° 8; estas áreas serían una vez recalificadas por humedad, 1'438 337 Ha., con la siguiente distribución por calificación :

Con riego actual : 739 937 Ha. distribuídas como sigue :

512 937 Ha. con 92 puntos

227 000 Ha. con 96 puntos

Con posibilidades de riego 698 400 Ha. con la siguiente distribución :

116 600 Ha. con 84 puntos

132 000 Ha. con 88 puntos

340 700 Ha. con 92 puntos

109 100 Ha. con 96 puntos

C U A D R O N o . 8
 AREAS CON BAJA EFICIENCIA DE TEMPORAL, CON POSIBILIDADES DE RIEGO.

Zona y Subzona	Estado	Superficie Ha.	Calificación (puntos)	VALORACION DE FACTORES FISICOS				VALORACION DE ASPECTOS ECONOMICOS			Lluvia excedente Lámina en cm.	
				Luz (1)	Temperatura (1)	Humedad (2)	S u e l o (1)	Possibilidades de riego	Vías terrestres	Uso agropecuario actual		Mano de obra
RIEGO EN PROYECTO		698 400										
10-1,2	Veracruz	66 600	84	89	113.7	1a.	R ₁ P ₂ D ₂ T ₂	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	26-70
13-1	Veracruz	55 400	92	214	86.3	1a.	R ₁ P ₃ D ₁ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	4-75
14-1	Veracruz	132 000	88	213	106.3	1a.	R ₁ P ₂ D ₁₋₂ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	0
17-1,2	S. L. P.	222 100	92	187	126.1	1a.	R ₁ P ₂ D ₁ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	0
17-3	S. L. P.	50 000	84	187	126.1	1a.	R ₁ P ₂ D ₂ T ₃	Futura	SI	No intensivo	Suficiente	0
18-1	Sinaloa	63 200	92	148	141.7	1a.	R ₁ P ₃ D ₁ T ₃	Futura	SI	Semi intensivo	Suficiente	0
19-1,2	Sinaloa	109 100	96	193	134.7	1a.	R ₁ P ₃ D ₁ T ₂₋₃	Futura	SI	Semi intensivo e intensivo	Suficiente	0
RIEGO ACTUAL		739 937										
20-1,2	Michoacán	89 737	92	160	177.3	1a.	R ₁ P ₂ D ₁ T ₂	Actual	SI	Semi intensivo	Suficiente	0
18-1	Sinaloa	423 200	92	148	141.7	1a.	R ₁ P ₃ D ₁ T ₃	Actual	SI	Semi intensivo	Suficiente	0
19-1,2	Sinaloa	227 000	96	193	134.7	1a.	R ₁ P ₃ D ₁ T ₂₋₃	Actual	SI	Semi intensivo e intensivo	Suficiente	0
TOTAL		<u>1 438 337</u>										

(1) Los valores anotados corresponden a las tabulaciones establecidas en la primera etapa.
 (2) Se les calificó como de 1a. categoría por humedad, en el supuesto de que habrá disponibilidad de riegos.

C A P I T U L O I I I

ASPECTO INDUSTRIAL

1. DESCRIPCION DE UN INGENIO

Un Ingenio es una fábrica de azúcar, es decir, es un conjunto de equipos e instalaciones dispuestos de tal manera que sigan una secuencia lógica del proceso de la transformación de la caña de azúcar en sus productos finales como azúcar, mieles, etc.

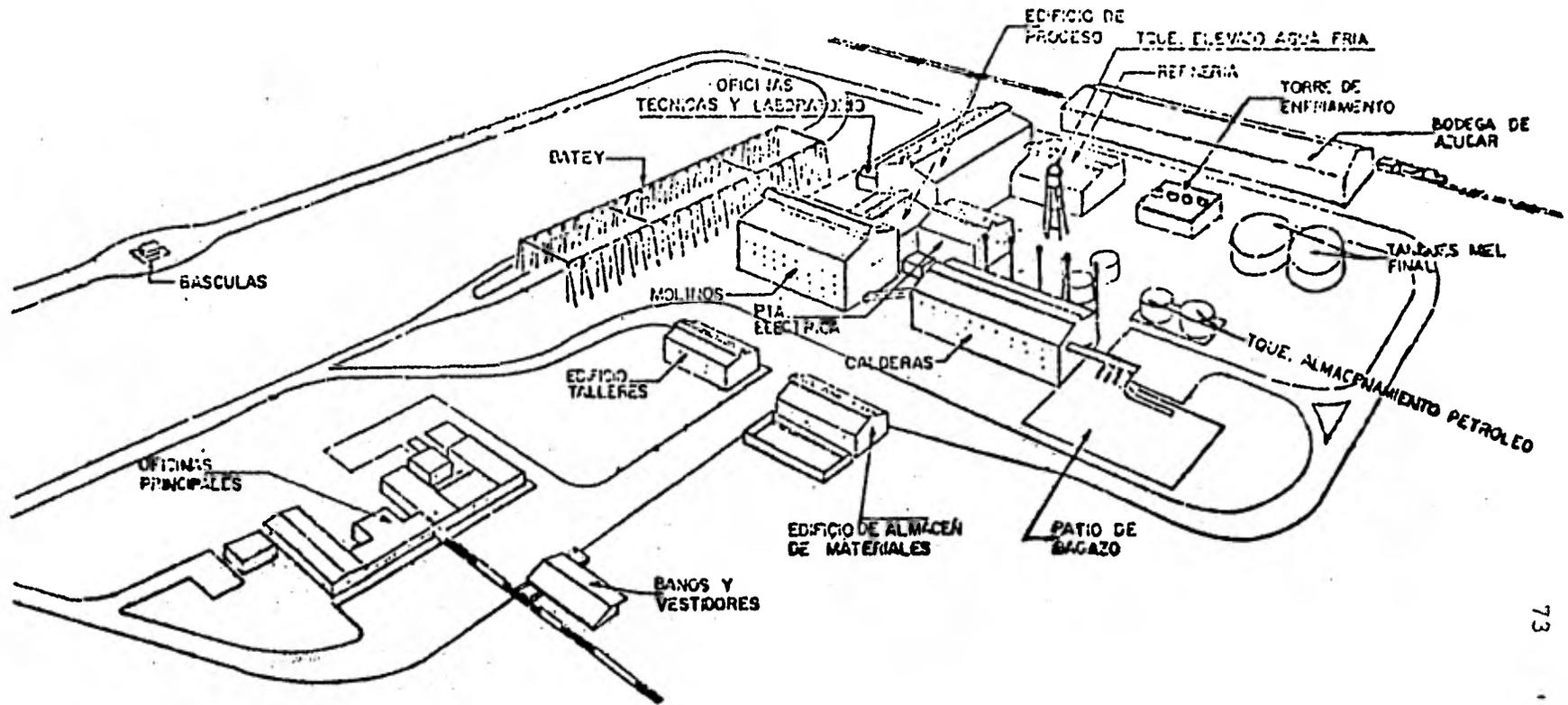
Estos equipos e instalaciones se encuentran dentro de la zona industrial, ya sea en los diferentes edificios o en las áreas exteriores de dicha zona, dependiendo de la función que desempeñarán en el proceso de producción.

Se ha dividido el Ingenio en las siguientes áreas :

1. Batey
2. Molinos
3. Calderas
4. Proceso
5. Planta Eléctrica
6. Refinería
7. Bodega de Azúcar
8. Servicios Generales

1. Batey :-

Es básicamente un patio donde se recibe, se pesa y se almacena la caña, para posteriormente introdu-



cirila a los molinos y empezar el proceso de producción. Las principales instalaciones que debe haber en un Batey son : Una Grúa (en este caso será una Grúa Puente Viajera), una estructura para dicha Grúa, una báscula para pesar los camiones, unos volteadores hidráulicos para vaciar los camiones o carretas , unas mesas alimentadoras donde se podrá lavar la caña y pasar a un conductor de caña, que pasará por unas cuchillas y finalmente por una desfibradora para entrar ya preparada a los molinos .

2. Molinos .-

Esta área está comprendida por un edificio dentro del cual se encuentra el Tandem de Molinos y todas las instalaciones necesarias para la extracción del jugo de la caña. Por lo que las principales instalaciones que se encuentran en esta área son : Los Molinos con sus motores y bombas, Básculas de Jugo, Conductor de Bagazo a la salida de los Molinos, etc.

3. Calderas .-

En este edificio se encuentran las calderas en las cuales se quema el Bagazo, junto con otros combus-

tibles, como combustóleo, para calentar agua y producir el vapor que será utilizado en la Planta Eléctrica para mover los Turbogeneradores que generarán la energía que requiere el Ingenio. Las principales instalaciones de este edificio son : Las Calderas con todos sus aditamentos, chimeneas, etc., el Conductor de Bagazo, un Patio de almacenamiento de Bagazo, Tanques de combustóleo, Tuberías de presión, etc.

4. Proceso.-

Esta área se le puede considerar como la principal ya que aquí es donde se realizan todas las transformaciones que sufre el jugo que salió de los molinos, para llegar al producto final. Este edificio se ha dividido también en pequeñas áreas que son :

- Clarificación
- Evaporación
- Cristalización
- Centrifugación
- Secado y Envase

Cada una de estas áreas se han determinado tomando en cuenta los diferentes pasos del proceso de producción de azúcar .

Los principales equipos e instalaciones de cada una de estas áreas son :

Clarificación .- Clarificadores, Tanques de Jugo clarificado, Calentadores de Jugo, Filtros de Cachaza, Básculas, Bombas, etc.

Evaporación .- Evaporadores, Tanques, Bombas, etc.

Cristalización.- Cristalizadores, Tachos, Portatemplas, Graneros, Condensador Barométrico, Bombas, etc.

Centrifugación.- Centrífugas, Bombas, etc.

Secado y Envase.- Secador Azúcar, Básculas, Conductor de Azúcar, etc.

5. Planta Eléctrica.-

En esta área se encuentran todos los equipos de generación de energía como : Turbogeneradores, Subestación, Tablero de Control, etc.

El vapor que dará el movimiento mecánico proviene de las calderas .

6. Refinería .-

Del edificio de Proceso el producto final es el azúcar conocida como mascabado ó cruda, y es en

la refinera donde el mascabado se procesa para -
obtener el azúcar refinada. Por lo tanto las prin-
cipales instalaciones y equipos de la refinera -
son : Tachos, Centrífugas, etc.

7. Bodega de Azúcar .-

Es un edificio de dimensiones considerables que -
sirve para almacenar el azúcar ya sea a granel o -
en sacos. Por lo que es necesario tener un sistema
de conducción de azúcar, (Conductor de Banda) .

8. Servicios Generales .-

Esta área comprende todas las instalaciones comple-
mentarias que auxilian al funcionamiento del Inge-
nio como son : Torre de Enfriamiento de Agua, Tan-
ques de miel final, Tanque elevado de agua, Ofici-
nas Generales, Taller Mecánico, Almacén de Materia
les, etc.

El funcionamiento en conjunto de un Ingenio en opera -
ción se puede resumir como sigue :

La caña se transporta de los campos a la fábrica por di-
versos medios; según las distancias, lo accidentado del
terreno y demás factores locales. Dichos medios pueden
ser : carreta, camiones, carros jaula o góndolas de -
ferrocarril .

La caña debe molerse fresca por lo que su acarreo a los Ingenios debe hacerse de inmediato, ya que al correr el tiempo se pierde azúcar .

Al llegar las primeras cañas al Ingenio, se inicia la zafra, sometiéndose a la caña al siguiente proceso :
En el Batey se pesa la caña y se descarga por medio de una grúa viajera o volteadores hidráulicos.

Todos los vehículos que llegan se pesan cargados, y al salir se vuelven a pesar vacíos, para poder controlar la cantidad de caña que llega a la fábrica.

La caña se deposita en las mesas alimentadoras, que trabajan como reguladores y aseguran un colchón uniforme de caña en el conductor.

Las mesas alimentadoras descargan la caña en el conductor principal, el cuál se encarga de llevarla a los molinos. Además de transportar la caña, el conductor tiene otra finalidad importante que es la preparación de la caña para la molienda. Por tal motivo se instalan juegos de cuchillas picadoras que la cortan en trozos pequeños para que los molinos puedan tomarla fácilmente.

Ya picada la caña continúa su preparación y pasa a continuación a una máquina desfibradora , la cuál tiene -

por objeto desmenuzar la caña, a fin de que el trabajo de los molinos que continúa enseguida, sea eficaz y sobre un material triturado y prácticamente en forma de bagazo aún bastante rico en jugo.

La caña preparada pasa entonces al tandem o tren de molinos para completar la extracción del jugo del que se obtendrá azúcar.

Para mejorar la extracción del jugo se aplica el proceso de imbibición que consiste en bañar el bagazo con una mezcla de jugo y agua.

El jugo se recoge en canaletas localizadas en la parte inferior de los molinos .

De la molienda se obtienen dos cosas : el bagazo húmedo y el jugo de caña o guarapo . El bagazo pasa a las calderas en donde se emplea como combustible combinado con petróleo para quemarse en hornos especiales. El vapor generado en las calderas se utiliza para impulsar las turbinas de la planta de fuerza. Todos los Ingenios tienen su planta generadora de energía eléctrica. También se emplea el vapor para impulsar las turbinas de los molinos y de algunas bombas. El vapor de escape de las turbinas se emplea posteriormente en los diferentes

procesos de calentamiento del jugo .

El jugo que se ha obtenido de los molinos inicia su proceso pasando por un separador de bagacillo .

Prácticamente se inicia la obtención del azúcar con la purificación del jugo. Este proceso se lleva a cabo - agregando al jugo productos como la cal, y dejándose - posteriormente en reposo para su decantación, pero antes es conveniente calentarlo a una temperatura cercana a los 90° C para lo cual se emplean calentadores que - aprovechan el calor del vapor de escape de las turbinas.

En esta parte del proceso la dosificación es muy importante, para lograrla se emplea una báscula de guarapo , que continuamente pesa cantidades exactas de jugo para combinarse con los elementos del tratamiento (la cal) .

La decantación de jugo se realiza en recipientes de - gran tamaño llamados "Clarificadores" .

De la clarificación se obtiene entonces dos cosas : el jugo claro que pasa a los procesos siguientes, y las cachazas que llevan consigo una buena cantidad de jugo - claro que se recuperará en filtros especiales .

El jugo claro obtenido ya sin impurezas, no es más que

azúcar disuelta en agua .

El proceso continúa entonces con la evaporación, cuya finalidad es eliminar el agua que representa aproximadamente el 75% del peso total de la caña. Al eliminar el agua, el producto se va concentrando y su manejo se va haciendo cada vez más difícil. Por ésta razón la evaporación se divide en dos fases : una se realiza en el "Múltiple Efecto" y la otra en los "Tachos" . La primera fase que es la evaporación propiamente dicha, se lleva a cabo en un grupo de tres, cuatro o cinco vasos denominados múltiple efecto. En el primer vaso se emplea vapor de escape de turbinas para calentar el jugo, el vapor que se genera del jugo en este vaso, se utiliza para calentar el siguiente vaso y así sucesivamente.

Todos los vasos de un múltiple efecto, aún cuando trabajan en diferentes condiciones de temperatura y vacío, son semejantes en su construcción .

La segunda fase del proceso se realiza en equipos semejantes a los anteriores, conocidos como tachos. Al aumentar la concentración de la meladura en los tachos por efectos de la evaporación complementaria, comienzan a aparecer cristales sólidos de azúcar y el material pierde su fluidez por estar parcialmente sólido .

Para facilitar el manejo de la masa, los tachos se colocan en el nivel más alto posible, de donde cae por gravedad a los cristalizadores y de éstos a los alimentadores de las centrífugas, evitándose así el empleo de bombas o equipos equivalente .

Una vez cristalizada la masa hasta el límite práctico , queda únicamente por separar los cristales de azúcar de las mieles, y obtener el azúcar en su forma comercial.

Esta operación se lleva a cabo en separadores centrífugos que comúnmente se les conoce como "Centrífugas". - Ya separada el azúcar de las mieles, es transportada a un "secador-enfriador", ya que se obtiene muy húmeda y ligeramente caliente.

El secador es un recipiente cilíndrico, rotatorio que trabaja en su eje inclinado. Por el extremo superior se introduce el azúcar y el aire caliente para secarla, y por el otro extremo se introduce el aire frío y se recibe el azúcar fría y seca y lista para envasarse .

El envasado se lleva a cabo con básculas dosificadoras automáticas que llenan sacos de 50 kg. que después se cierran con una cosedora automática .

Un transportador de tablillas lleva hasta la bodega, en donde debe controlarse la humedad ambiental para que -

el producto no se deteriore .

En estas condiciones el azúcar esta lista para salir al
mercado .

1.1 BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE AZUCAR

La elaboración de azúcar de caña es un proceso relativamente antiguo que ha sufrido pocas modificaciones básicas en los últimos 100 años .

Se puede describir como una serie de procesos unitarios -- que tiene como propósito ir separando el azúcar de las otras fracciones que la acompañan en la constitución de la caña.

Un tallo de caña de azúcar está integrado por 4 grandes -- grupos de materiales como : fibra (tejidos vegetales); - agua; impurezas (sólidos no azúcar) y azúcar. El diseño de proceso, sigue una secuencia que tiene como propósito - ir separando el azúcar de cada una de estas fracciones hasta aislarla a un alto grado de pureza, en forma de azúcar refinada, o con purezas intermedias en las calidades de azúcar estándar o crudo.

La zona de Batey del Ingenio está encargada del manejo, al macenamiento y preparación de la caña para su molienda. La caña de azúcar tiene uno de los índices de convertibilidad industrial más bajos que existen. De una tonelada de caña se obtiene como promedio en nuestro país 100 Kg. , de - azúcar. Esta circunstancia obliga al Ingenio Azucarero a

manejar elevados volúmenes de materia prima. En esta área se realiza: la descarga de los vehículos que transportan la caña del campo a la fábrica; el almacenamiento, que garantiza cualquier falla o interrupción el sistema de abastecimiento y evitar un paro; la preparación adecuada de la caña, ya que los equipos utilizados en la extracción del jugo requieren que esta vaya lo más finamente dividida antes de ser entregada a su molienda.

En el molino, se realiza la primera gran separación; el azúcar disuelto en agua y acompañado de impurezas, es separado de la fibra o tejidos vegetales. La porción líquida llamada guarapo es una solución de sacarosa e impurezas. La porción vegetal llamado bagazo, que ha sido desprovista de un alto porcentaje del azúcar que contenía y que está constituida principalmente por tejidos fibrosos y materiales extraños como tierra y otras impurezas no pertenecientes al tallo de la caña. El trabajo del molino, es fundamentalmente la extracción del jugo de caña. El jugo de caña, contiene el azúcar extraída, agua, impurezas suspendidas e impurezas disueltas. El bagazo se quema en calderas especiales para obtener vapor a alta presión y temperatura. En la clarificación, el jugo es sometido a la única reacción de tipo químico que ocurre. Por medio de lechada de cal y calor, se precipitan casi la totalidad de las impurezas suspendidas y un elevado porcentaje de las disueltas. Esta

porción se filtra y constituye un rechazo conocido con el nombre de cachaza. El jugo clarificado es limpio y brillante. Este jugo claro alimenta a evaporadores, que por medio de calor hacen una fuerte remoción del contenido de agua - hasta llegar a un material concentrado que se conoce con el nombre de meladura. En esta etapa se elimina un 75% -- del agua originalmente contenida.

En los procesos que continúan el azúcar es separado del -- agua e impurezas remanentes. Utilizando la meladura y por medio de una evaporación controlada, se forma un cristal de azúcar que es cuidadosamente desarrollado en el interior de un evaporador llamado tacho. Este aparato trabaja en condiciones de alto vacío, y su carga se llama templa. La templa es procesada en una máquina centrífuga que separa - el cristal de azúcar, del licor que le dio origen. Este licor se conoce con el nombre de miel o purgas.

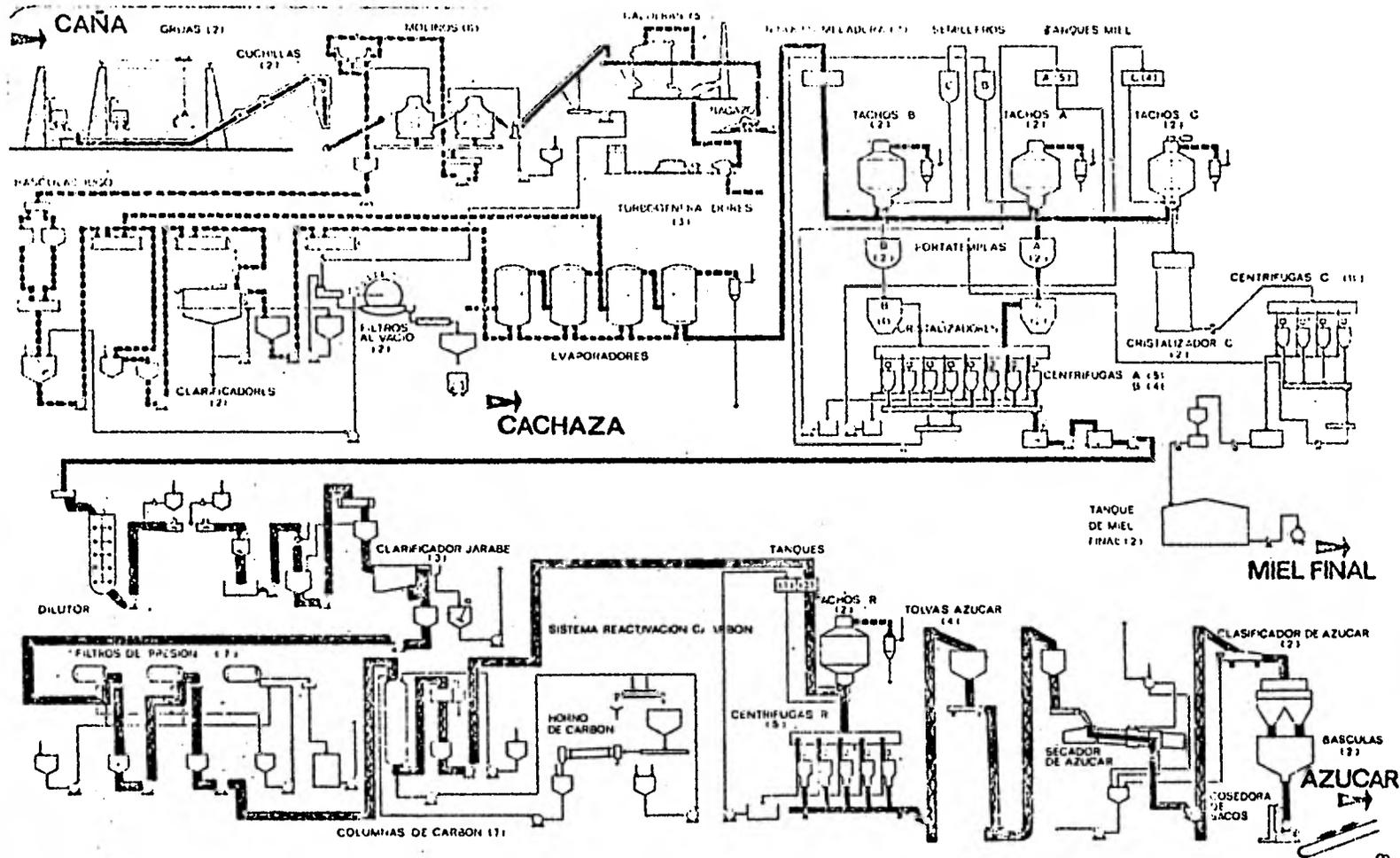
El azúcar separado puede ser un producto final como lo es el caso de una fábrica de azúcar crudo, o es sometido a otra serie de procesos de purificación para obtener un azúcar-refinado.

Las mieles o purgas son nuevamente sometidas a otro proceso de cristalización para formar una templa de baja calidad que se conoce con el nombre de templa de agotamiento, en donde el porcentaje de azúcar es considerablemente más reducido y las impurezas han subido en concentración .

Esta templa de agotamiento es centrifugada para separar los cristales de azúcar de su licor madre. La miel que se separa en el proceso de centrifugación de la templa de agotamiento se determina miel final por no considerarse económicamente factible el rescate posterior de la cantidad de sacarosa remanente .

Se podrá observar que la mayoría de los procesos que intervienen en esta elaboración son de tipo físico, la única reacción química que se utiliza en todo el procedimiento es la reacción de cal con las impurezas contenidas en el guarapo crudo .

Los adelantos tecnológicos que se han incorporado últimamente a este proceso, se refieren exclusivamente a hacerlo más económico y eficiente .



- FLUJO DE CAÑA Y BAGAZO
- - - - - FLUJO DE JUGOS
- ==== FLUJO DE MELADURA Y TUNDO
- VAPOR
- ~~~~~ FLUJO DE REFINADO

PROCESO ELABORACION DE AZUCAR
DIAGRAMA DE FLUJO DEL INGENIO TIPO

6000-6000 TONS. CAÑA CRUDA
 600-600 TONS. AZUCAR DIARIA

1.2 CONSIDERACIONES Y CONCEPTOS GENERALES DE FABRICA .

En el diseño de una Unidad y en la Planeación de sus - operaciones, el principal objetivo debe ser el considerar la operación más eficiente y económica posible, para obtener un producto de costo unitario reducido. El criterio básico para la selección del Equipo de Proceso será el utilizar unidades de gran capacidad, de diseño robusto para tener el menor número de unidades posible. La capacidad nominal de un Ingenio para la fabricación de azúcar de caña, es el número de toneladas de caña - que será procesada por día de Molienda. Ejemplo : 8000 TCD (Toneladas de Caña Diarias) .

El equipo que integrará la Unidad deberá ser de diseño y capacidad tal que pueda manejar la Molienda básica en cuando menos 22 horas de operación diaria. Esta jornada de 22 horas efectivas de molienda, es el resultado - de una investigación realizada para determinar cual es la Capacidad Optima de la Unidad Azucarera tipo .

Para cumplir con el objetivo principal, "La elaboración de azúcar a costos mínimos" , la selección de Equipo y Procesos debe ser cuidadosamente realizada para lograr un Ingenio eficiente, de operación económica y segura .

Todos los procesos y equipos serán elegidos dando especial consideración a su sencillez y a su grado de adaptación a las condiciones que prevalecen en nuestra Industria Azucarera. No se estima conveniente utilizar proceso y diseños de equipos muy elaborados y complicados, que requieran entrenamiento y capacitación especial en el personal.

Todos los elementos de equipo y maquinaria que integran una unidad quedan sujetos a lo prescrito por códigos de asociaciones y especificaciones de obras civiles de las Secretarías de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Comercio y Comisión Federal de Electricidad, etc.

1.2.1 LOCALIZACION DE LA PLANTA .

Una planta productora de azúcar debe estar integrada a una zona agrícola de suministro de caña, la cual deberá abastecer la caña que demande el Ingenio en forma continúa, regular y con el máximo contenido de sacarosa y naturalmente al costo mínimo; lo que permitirá mantener -trabajando el molino a la máxima velocidad de diseño durante todo el período de cosecha o zafra.

La zona aportadora de caña, deberá estar circunscrita a las características señaladas en el tema II de ésta -tésis.

1.2.2 BASES DE DISEÑO .

Se estima conveniente establecer como condición de diseño una estructura capaz de soportar y cubrir el equipo de proceso que permita en la mayor extensión posible , - el manejo de materiales por gravedad. En la estructura de soporte se requieren alturas suficientes para que - los condensados sean extraídos por gravedad y no sea ne cesario el empleo de bombas y mecanismo en su recolec - ción. Por esta razón se establece que el edificio de - Fábrica debe estar formado por una estructura de varios pisos, acomodando en el nivel más alto el equipo de evaporación, incluyendo Tachos; localizándose portatemplas y cristalizadores en pisos intermedios y las centrífu - gas en el piso inferior. De esta manera los sólidos se rían manejados por gravedad, y solamente sería necesa - rio bombear y manejar líquidos. En el centro de este - edificio se deberán localizar secciones descubiertas, - que permitan la fácil supervisión del personal y la re - novación de la atmósfera del interior del edificio .

La simplicidad y la economía de la instalación, exigen que los departamentos interdependientes, estén dispues - tos cerca unos de otros, particularmente :

- a) Molinos y Calderas: con un trayecto en línea recta para que el conductor de bagazo tome el bagazo del

último molino y lo distribuya a los hornos.

- b) Las calderas y la central eléctrica, por las tuberías de vapor de alta presión .
- c) La central eléctrica, la evaporación y los tachos, por las tuberías de vapor de escape .
- d) Los molinos y la clarificación, por los tubos de jugo .
- e) Los calentadores deben encontrarse entre los clarificadores y el múltiple efecto, por las tuberías de jugo .
- f) Los tachos, los cristalizadores y las centrífugas, por las tomas de mieles.

Por otro lado algunos departamentos no deben estar en el interior del edificio de proceso sino en la periferia :

- a) Los molinos, por la alimentación de la caña .
- b) Las calderas, por la evacuación de cenizas y el excedente de bagazo .
- c) Los filtros, por la evacuación de cachaza .

Una mala disposición de una fábrica puede llevar a las siguientes consecuencias :

- a) Dificultades en el control y en la vigilancia .

- b) Derroches de cables eléctricos y de tuberías, nociva al mantenimiento y funcionamiento general .

1.2.3 EXPANSIONES FUTURAS .

Una de las características más notables de la Industria Azucarera es la de ser una industria muy viva y susceptible de evolucionar y transformarse rápidamente. Esta facultad la debe a su carácter intermitente : la fábrica trabaja 5 o 6 meses del año y dispone de 6 a 7 meses para hacer todas las modificaciones y las transformaciones necesarias a sus procedimientos y a su material .

Esta es una gran ventaja que no debe perderse de vista. El ingeniero que construye una fábrica de azúcar, no debe tener en cuenta la instalación prevista y que finalmente adopta, como estática. Por lo contrario, tiene que considerarla como un organismo vivo capaz de desarrollarse lenta o bruscamente en una de sus partes o en todas. Debe entonces prever su instalación de manera que estos desarrollos sean posibles .

Lo anterior conduce :

- a) A no buscar una gran economía en el lugar, a dejar mucho espacio para la circulación alrededor de las máquinas y aparatos y, en general, a hacer la instalación amplia .

- b) A dejar lugar para todas las posibles ampliaciones imaginables, aunque no parezcan imponerse en un porvenir próximo. Por ejemplo, la casa de calderas no debe limitarse por un edificio vecino y debe poder alargarse considerablemente. El último molino no debe chocar contra otros aparatos : debe dejarse lugar para uno o dos molinos suplementarios. El múltiple efecto debe poder agrandarse en dos vasos, tanto en la cabeza como en la cola. Lo mismo se dice para los tachos, las centrífugas, los tanques, etc.
- c) A hacer posible y fácil todo alineamiento posterior de los edificios. El eje de éstos debe ser paralelo al eje de los molinos o al alineamiento de los aparatos, etc.

La libertad y el espacio deben buscarse no solamente en plano, sino en altura. Debe dejarse un espacio grande sobre los aparatos y cuando se llega al techo no debe dudarse en subirlo varios metros .

C A P I T U L O I V

ASPECTO CONSTRUCTIVO

1. PLANEACION POR EL METODO DE LA RUTA CRITICA .

1.1 INTRODUCCION .

El método de la Ruta Crítica es una técnica reciente y eficaz en la Planeación y Administración en la Industria de la Construcción, pues brinda un enfoque mucho más útil y preciso que las gráficas de barras convencionales anteriormente empleadas como base de la Planeación y Control de la Construcción. En esencia es la representación del plan de un proyecto en un diagrama o red que describa la secuencia e interrelación de todos los componentes del proyecto, permite la evaluación y comparación rápida de distintos programas de trabajo, métodos de construcción y tipos de equipo .

Durante la construcción, el diagrama provee al superintendente de la obra una información precisa de los efectos de cada variación en el plan adoptado , permitiéndole así identificar las operaciones que requieren cambios .

1.1.1 VENTAJAS DEL METODO DE LA RUTA CRITICA :

1. Permite que el personal directivo tenga un conocimiento cabal de lo que está sucediendo en un

- proyecto sin tener que estar supervisando todo -
el proyecto .
2. Permite deslindar responsabilidades de las diferentes partes que intervienen en el proyecto .
 3. Permite descomponer un proyecto en un gran número de actividades de muy diferente índole, por lo cual permite la coordinación de varios trabajos diferentes .
 4. Permite determinar cuáles son las actividades - que controlan la duración de un proyecto (actividades críticas) y las holguras de las demás actividades .
 5. Permite conocer de antemano los recursos (mate - riales, mano de obra, equipo, capital, etc.) re - queridos en cualquier momento, reduciéndose así los costos por almacenamiento .
 6. Permite analizar el efecto de cualquier situa - ción imprevista y tomar medidas correctivas efi - cientes .
 7. Con el método de Ruta Crítica, se ve la dependen - cia exacta de cada una de las actividades cosa - que con el diagrama de barras no se nota .

8. Permite un control efectivo del proyecto ya que en un retraso ó adelanto solo afecta a la programación y no a la planeación original, por lo cual no hay que rehacer el plan sino programar la parte afectada .

9. Permite por medio de las holguras balancear los recursos a lo largo de toda la obra .

1.2 DESARROLLO DEL METODO .

El Método de la Ruta Crítica se puede dividir en tres partes :

1. Planeación
2. Programación
3. Control

La Planeación y la Programación constituyen un proceso con retroalimentación. La Programación puede hacer concluir la necesidad de planear nuevamente . La Planeación resultante conduce a una nueva Programación .

1.2.1 PLANEACION .

Esta etapa consiste en la representación gráfica de la secuencia lógica de los trabajos a efectuar en un proyecto dado, esto es, construir un modelo gráfico de la obra .

Este modelo gráfico se conoce con el nombre de Red, es muy importante desarrollar ésta con suficiente detalle, para así mostrar con validez las características de los métodos de construcción que han de adoptarse .

Es esencial decidir los procedimientos de construcción antes del trazo de la red. Esto no quiere decir que niegue la flexibilidad a la planeación, por el contrario, la flexibilidad es asegurada al considerar tantas posibilidades como se desee para la realización del proyecto; al revisar cada una de éstas, se podrá escoger la mejor .

El diagrama o red obliga a una presentación completa y precisa de todas las actividades de un proyecto, haciendo surgir métodos y secuencias de construcción más eficientes .

OBTENCION DEL DIAGRAMA O RED .

Un proyecto de construcción es un conjunto de operaciones individuales o actividades; el orden en el que éstas se inician y la relación de unas con otras, constituyen un plan de construcción .

El diagrama de flechas o red podrá determinarse, solamente después de decidir la colocación de actividades y su orden .

El primer paso en la preparación de una red es la división del proyecto en sus actividades, y es conveniente ordenarlos en una lista .

Esta lista de actividades se puede hacer a partir de conceptos generales. Ya definidos los conceptos generales se desglosarán en conceptos detallados, tan minuciosamente como se desee .

No es indispensable que la lista de actividades guarde un cierto orden, pero si es indispensable que en ella aparezcan todos los conceptos de que consta el proyecto .

Después de haber elaborado la lista de actividades, se debe hacer un análisis de las secuencias de cada una de ellas .

Teniendo como base la lista de actividades, se deben hacer el análisis de cada actividad por separado, y para esto bastará tomar en cuenta las condiciones siguientes :

- a) Que actividad antecede inmediatamente a la analizada, o sea, para poder realizar la actividad de que se trata, es necesario que antes se hayan terminado alguna o algunas de las actividades de la lista y que son requisito indispensable para poder iniciar la actividad en estudio; así por ejemplo, para poder colocar la cimbra de un cimiento es

necesario hacer antes la excavación donde -
va alojado .

- b) Que actividad sigue inmediatamente a la ana-
lizada o sea, después de haber realizado la
actividad que estamos analizando, podrán em-
pezar inmediatamente otras que tienen como -
requisito indispensable a la que está en es-
tudio; así, en el ejemplo anterior, después
de haber colocado la cimbra, podremos colo -
car el concreto del cimiento .

Es conveniente que se analicen las actividades -
una por una, y se coloquen en forma de lista, -
las secuencias nos servirán para hacer un diagra
ma de flechas, base fundamental del método .

Esta fase se puede considerar como la planeación
integral del proyecto por ejecutar .

Al establecer las secuencias se deben tomar en -
cuenta las siguientes limitaciones :

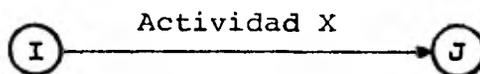
- a) Limitación física.- Depende de la naturaleza
del proyecto .
- b) Limitación de recursos.- Dependen de los re-
cursos de que disponga para realizar el tra-
bajo; éstos pueden ser de personal, equipo ,
etc.

c) Limitación por decisiones del responsable -
del proyecto .

El bosquejo de red queda, entonces, determinado por un proceso de aproximaciones sucesivas, primero satisfaciendo algunas condiciones, y después, refinando las porciones restantes de la red que resulten afectadas .

Construcción de un Diagrama de Flechas .

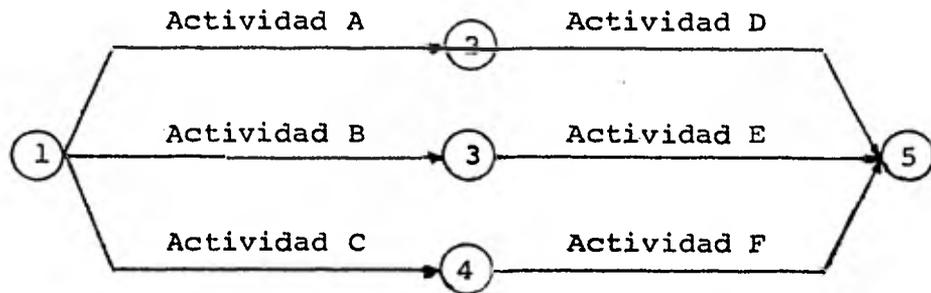
Cada una de las actividades se representa por medio de una flecha de longitud arbitraria, cuyos extremos se llaman nodos .



El nodo que está en el punto inicial de la flecha se llama nodo inicial o nodo I y representa el punto donde ha de empezar la actividad. El nodo que está en la punta de la flecha se llama nodo de terminación o nodo J y marca la terminación de la actividad X .

De lo cual se deduce que de I a J pasa un intervalo de tiempo que es la duración de la actividad X .

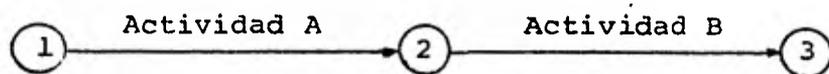
El método para representar dos o más actividades que pueden empezar simultáneamente es que tengan su nodo inicial común para todas ellas .



Así mismo estas actividades pueden terminar simultáneamente, coincidiendo en un nodo común .

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL DIAGRAMA DE FLECHAS O RED .

Una actividad no puede iniciarse hasta que todas las actividades que llegan a su punto inicial no se hayan terminado .



Todo diagrama debe ser cerrado, o sea, que debe tener un principio o nodo inicial y un fin o nodo final .

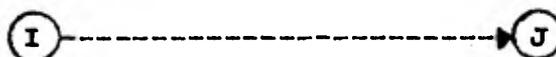
De un punto cualesquiera, siempre deberá existir cuando menos una trayectoria hasta el nodo final

y una trayectoria del nodo inicial a él

ACTIVIDAD FICTICIA .

Se denomina actividad ficticia, fantasma o Dummy a una actividad como las anteriormente descritas sólo que del Nodo I al Nodo J no transcurre ningún tiempo, o lo que es lo mismo, que su duración es cero .

Este tipo de actividad se une como una actividad de liga y se representa por medio de una flecha punteada .



1.2.2 PROGRAMACION

Una vez trazado el plan de trabajo siguiendo las consideraciones anotadas anteriormente, se procede al cálculo de fechas en que se debe empezar cada una de las actividades planeadas .

La valuación de los tiempos de duración de las actividades deberá estar de acuerdo con los recursos de que se disponga, ya que de la correcta valuación de tiempos de duración dependerá que se puedan obtener resultados apegados a la realidad .

Esta valuación no debe hacerse tomando en cuenta - las fechas probables en que se deseen ejecutar los trabajos con respecto al calendario. Debe hacerse en tiempo absoluto estimando la cantidad de obra - por ejecutar, el equipo o el procedimiento a seguir que, de acuerdo con los rendimientos, dará el tiempo de duración de la actividad .

La determinación del tiempo de duración de cada actividad es muy conveniente que se haga con duraciones normales; se puede suponer que sea el tiempo requerido de jornadas de 8 horas de trabajo. El objeto de hacerlo de esta manera es poder disponer de - margen para hacer acortamientos en la duración de - la actividad aumentando las horas de trabajo .

1.2.3 CONTROL

Los proyectos de construcción deben estar cuidadosamente planeados y evaluados, en forma tal que puedan ser terminados satisfactoriamente en cuanto a - la calidad, tiempo y costo. La planeación ayuda a seleccionar el método de construcción más económico determinando el equipo, ajustando las necesidades - financieras y de mano de obra, fijando apropiadamente las fechas de pedidos y entregas de materiales,

estableciendo la supervisión necesaria, definiendo la necesidad de solicitar subcontratistas competentes en el tiempo adecuado para ello y llevando a cabo el trabajo dentro del tiempo y costo previsto .

Sin embargo, ningún plan esbozado en papel trabajará con una continuidad completa en la práctica, aun que teóricamente sea perfecto. La operación uniforme tal como se muestra en la red o se muestra en - una gráfica de barras, quedará afectada por retra - sos imprevistos, restricciones impredecibles y factores desconocidos .

Es por eso esencial que la Gerencia y Superintendencia General esté informada, detallada y continuamente, del progreso del trabajo y que se hagan predicciones precisas respecto al efecto de cada uno de - los incidentes del lugar, de los recursos disponi - bles y de las operaciones futuras .

El control consiste en revisar los procedimientos - en curso y pronosticar las necesidades futuras del trabajo, con objeto de que éste sea terminado satisfactoriamente .

Entre más lógica y exacta sea la planeación, más fá - cil será realizar el trabajo de acuerdo con el -

programa .

Sin embargo una planeación detallada lleva tiempo y cuesta dinero .

En consecuencia la planeación de un proyecto en etapa de concurso no puede contener el detalle suficiente, para permitir un buen control del proyecto cuando esté en ejecución. Por esta razón es esencial que antes de iniciar los trabajos en el lugar de la obra, el programa para el proyecto sea revisado para confirmar que se ha considerado el detalle necesario .

Aunque este procedimiento de revisión es realmente la última fase de la planeación detallada, es también el primer paso hacia el control real del proyecto y debe llevarse a cabo cuidadosamente .

El procedimiento general del control, consiste en revisar periódicamente la red del proyecto, reemplazando las predicciones originales por los hechos reales, conforme transcurre el tiempo. Cada vez que se revisa la duración de las actividades, debe analizarse la red para determinar si la ruta crítica y la duración del proyecto han sido afectadas. Si se encuentra que el trabajo está retrasado, con respecto al programa, podrá corregirse la red y acelerar

apropiadamente las actividades futuras para establecer la posición. Esta falla puede tomar la forma de trabajo extra, de equipo y/o mano de obra adicional, recurrir a los ajustes de trabajo, etc. Podrá predecirse el costo real de estas medidas correctivas, y comparar diferentes proposiciones, con el objeto de determinar la solución total óptima. Algunas veces será más económico aceptar el retraso en la terminación del proyecto .

Las actividades no críticas retrasadas podrán consumir su holgura sin afectar la duración del proyecto.

Si el retraso es de magnitud suficiente para sobrepasar el tiempo disponible (holgura), la ruta crítica y la posición restante de la red deberá analizarse de nuevo. Algunas veces será ventajoso reformar deliberadamente el camino crítico o cambiar la secuencia de las actividades, cuando el ingeniero se enfrenta con retraso en el lugar de la obra y problemas imprevistos. De cualquier manera, las consecuencias de lo que se haga podrán ser analizadas y cuantificadas rápidamente, lo que permite una pronta comparación con otras proposiciones y con los cálculos originales .

Una vez decididas las necesidades de reparación, la red con su programa y gráfica de barras se revisan convenientemente, disponiéndose de un nuevo plan - para la parte no terminada del proyecto. De esta - forma, el plan de construcción puede ser actualiza- do cada vez que sea necesario .

Las causas más comunes de retraso en trabajo de - construcción comprenden :

1. Estimaciones incorrectas de la duración de las actividades .
2. Condiciones meteorológicas imprevistas, o características casuales del sitio .
3. Retrasos impredecibles en la entrega de materiales .
4. Huelgas u otros problemas relacionados con la - mano de obra .
5. Condiciones inesperadas en el lugar .
6. Extras y deducciones en la cantidad de trabajo.

La revisión periódica de las operaciones en el lu - gar de la obra puede realizarse en cualquier tiempo adecuado. Por lo general será suficiente con períodos de una o dos semanas; pero en trabajos de - acción rápida (trabajando en base a tres turnos) se

justifica la revisión diaria de las operaciones de mayor importancia. Otra forma sería hacer la revisión en la ocurrencia de un evento de control específico .

La revisión de un proyecto puede limitarse al examen de las actividades críticas y casi críticas o puede referirse a la situación de todo el trabajo . Similarmente la revisión de una red puede cubrir todo el diagrama, o puede limitarse a una porción en particular .

El grado de incertidumbre, la magnitud del proyecto, el tiempo de terminación y los problemas que se encuentran, son los factores que definen la frecuencia de la revisión periódica del proyecto .

A primera vista parecerá que solo es necesario ahorrar tiempo en las actividades críticas con el fin de recuperar el tiempo de un proyecto retrasado.

Por lo tanto, hay una tendencia a concentrarse en las revisiones periódicas del desarrollo de un trabajo, en las actividades que están en la ruta crítica. Sin embargo, si esto se exagera, las actividades no críticas pueden retrasarse hasta el punto de que se vuelvan críticas, por lo que hay que revisar por completo todas las actividades .

1.3 APLICACION DEL METODO A LA CONSTRUCCION DE UN INGENIO

Para desarrollar este método aplicandolo a la construcción de un Ingenio, se han tomado como datos base los de un proyecto de un "Ingenio Tipo", es decir, donde aparecen todos los componentes esenciales de un Ingenio pero con datos de especificaciones, recursos, procedimientos, etc., teóricos. Obviamente estos datos deberán ser adecuados a las condiciones de un proyecto específico .

En este caso, las principales características de construcción se han considerado como sigue :

La cimentación para todas las edificaciones será del tipo superficial, es decir, por medio de zapatas, dados y trabes de elementos de concreto armado.

La estructura y armaduras de Techumbre para todos los edificios, será de elementos metálicos .

Las cubiertas de los edificios tanto para el techo como para los muros, serán de lámina acanalada, excepto para la bodega de azúcar, la cual será de block en los muros y lámina en el techo .

Todas las losas en los edificios, se han considerado de concreto reforzado .

Las banquetas dentro del área industrial estarán formadas por losas de concreto con juntas de madera. Las guarniciones serán también de elementos de concreto .

Los pavimentos para estacionamientos, calles y patios de maniobras tendrán base y sub-base de material cementante, con una carpeta de concreto asfáltico.

El sistema de drenaje tanto para el área industrial como para los edificios, será a base de cunetas y trincheras recubiertas con firme de concreto .

Las Grúas de Batey, molinos y proceso, serán del tipo Grúa Puente Viajera .

En el área de batey: Las fosas para básculas de camiones se construirán con muros de losa de fondo y soportes para herrajes de concreto armado. Las losas del patio de almacenamiento, las rampas de acceso a los volteadores las áreas de circulación de camiones serán de concreto armado. La cimentación de las mesas alimentadoras, conductores de caña, etc.,

será de elementos de concreto armado .

En el área de molienda, la cimentación de los molinos, turbinas, bombas, etc., en general el equipo necesario para el tandem de molinos, será de elementos de concreto armado .

En el área de calderas, la cimentación de las calderas y accesorios de las mismas, se consideran también de elementos de concreto armado .

En las áreas de proceso y refinería : La cimentación de las centrífugas, bombas y demás equipos del nivel 0.00, van a ser de concreto armado, al igual que la soportería del equipo que se encuentra en los otros niveles .

La Bodega de Azúcar, tendrá andenes de carga y descarga de azúcar, construída de muros y losas de concreto .

La cimentación de los tanques y equipos que se encuentran en las áreas exteriores, serán, al igual que todas, de elementos de concreto armado .

1.4 ELABORACION DE LA RED .

Se consideró conveniente analizar por separado cada una de las 8 áreas principales determinadas en el Capítulo - III de ésta tesis, realizando una red independiente para cada una de ellas, con el objeto de dar opción de atacar la construcción en varios frentes simultáneos .

1.4.1 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS .

Como primer paso se han determinado los procedimientos constructivos a utilizar, siendo los más representativos :

- I. Obra Civil (Cimentaciones)
- II. Obra Mecánica (Montajes)

I. OBRA CIVIL .-

Para todas las cimentaciones, se aplicarán los siguientes procedimientos constructivos :

a) Trazo con referencias establecidas.-

Los trabajos topográficos previos a la construcción de un Ingenio, son de gran importancia. Se deben de localizar la Línea Base y el Banco de Nivel, ya que a partir de estos se fijarán los trazos y niveles de toda la obra .

b) Excavación con Maquinaria Mayor .-

Se hará una excavación de tipo cajón abarcando toda

el área donde se desplantará el edificio, dándole un sobreancho de acuerdo a las características del terreno. Esta excavación se hará a una profundidad cercana a los 2 metros, por lo que se hace necesario la utilización de un Tractor D-7 o Mayor, con Hoja Recta (Bulldozer) y Riper. El tractor rasgará y empujará el material acumulandolo en montones para posteriormente retirarlos con un cargador frontal y camiones de volteo .

Este procedimiento implica la construcción de una rampa de acceso al cajón, que permita la entrada del equipo .

c) Afine del Terreno .-

El Tractor deja una diferencia de nivel de ± 20 cm., en la excavación. Por lo que el afine manual es necesario. Este se hace con bailarinas neumáticas.

El afine se realiza únicamente sobre las superficies donde se tirará plantilla .

d) Plantilla de Concreto .-

Se tira una plantilla de concreto pobre de $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ con espesor de 5 cm. y un sobreancho de 5 cm.

Sobre esta plantilla se hace el trazo definitivo con tránsito, marcando sobre el concreto antes de fraguar.

e) Distribución de Acero de Refuerzo .-

El acero de refuerzo, previamente habilitado y armado, se coloca distribuyendolo sobre los ejes correspondientes .

f) Colocación de Cimbra en Fronteras de Zapatas .-

Esta puede ser metálica o de madera .

g) Colado de Zapatas, con Concreto de $f'c=250 \text{ Kg/cm}^2$

h) Colocación de Acero de Refuerzo en Trabes y Dados.

i) Colocación de Cimbra en Trabes y Dados .

j) Colocación y Nivelación de Anclas .-

En la parte superior de los dados, se colocan anclas de acero, las cuales deben ir perfectamente bien niveladas, ya que estas recibirán posteriormente a las columnas .

k) Colado de Trabes y Dados con Concreto de

$f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$

l) Rellenos .-

El relleno se hace con material producto de excavación, compactandolo en capas de 20 cm. al 85% proctor , hasta el nivel de las trabes .

m) Nivel de Desplante de Estructura (NDE).-

Debido a que el Nivel de Tope de Colado (NTC), no es el especificado en planos, se debe obtener un nivel uniforme para toda la cimentación, este nivel es el llamado Nivel de Desplante de Estructura. El NDE se alcanza colocando pequeñas placas de diferentes espesores sobre los dados.

n) Losas de entrepisos.-

Una vez alcanzado el nivel de entrepiso con las trabes, se procede al cimbrado, armado y colado de las losas. Cabe señalar que las trabes tienen en su parte superior, ganchos que sirven de anclaje para las losas.

II. OBRA MECANICA .

A. MONTAJE DE ESTRUCTURAS .-

Para todas las operaciones de Montaje de Estructura se aplicarán los siguientes procesos constructivos.

a) Instalaciones Provisionales.-

Utilizando los planos de Montaje, se deberán localizar Bancos de electricidad y de aire comprimido, distribuidos a lo largo de toda la obra, para el adecuado funcionamiento de las Máquinas Soldadoras y del Equipo Arc-Air, así como del Sandblast.

b) Selección de Columnas .-

Las columnas se suministran con una longitud máxima de 6.00 mts. por facilidad de transporte, por lo que habrá que unir varias secciones para alcanzar las alturas de proyecto .

Para esto, se debe identificar primero la secuencia del montaje de las columnas, para así seleccionar el orden en que éstas se armarán .

c) Armado de Columnas .-

La unión de dos secciones se hace tendiendo las co - lumnas en el piso sobre polines, y se plomean colo - cando reventones de un extremo a otro a todo lo lar - go de las dos secciones de columna, hasta quedar per - fectamente alineadas. Después de alinearlas y pre - viamente a la soldadura, se fijan placas en la unión para evitar desplazamientos .

d) Soldadura .-

Una vez alineadas, se utiliza el equipo Arc-Air para corregir los biseles en los extremos de las columnas y permitir su correcto ensamblaje .

A continuación se colocan los cordones de soldadura empezando con el llamado "fondeo" que es un cordón - de soldadura de alta penetración (soldadura 6010), y terminando con cordones de relleno con soldadura del

tipo 7018.

e) Limpieza.-

Posteriormente, las piezas ya soldadas, se limpian - con Chorro de Arena (Equipo Sandblast), para despues aplicarles un primario Anticorrosivo.

f) Transporte al Sitio de Montaje.-

Todas las actividades descritas anteriormente se lle van a cabo en un Patio de Maniobras cercano al Alma- cén de Materiales. Es por esto que las piezas termi nadas se deben transportar, lo mas cercano posible, al lugar de montaje utilizando Gruas sobre llantas, o jalandolas con Camiones Winche.

g) Montaje de Columnas.-

Una vez fijado el Nivel de Desplante de Estructuras en los Dados, y ya armada la columna con su longitud total, se procede al montaje de éstas utilizando Gru as de diferentes capacidades (40 ó 150 Ton) depen - diendo del peso y longitud de las piezas, así como de la altura a la que se van a colocar.

La base de la columna se coloca sobre la placa del - Dado introduciendose en las anclas, colocandosele - despues Cuñas metálicas en los 4 sentidos. Con ayu- da de un Tránsito se plomea la columna en los 2 sen- tidos, desplazando las Cuñas para hacer las correcciones

necesarias, haciendo uso también de las tuercas de las anclas. Una vez plomeada la columna, se soldan las cuñas para evitar movimientos, y si la velocidad del viento es considerable, se hace necesario la utilización de tensores .

Siguiendo el procedimiento anterior se colocan otras 3 columnas, que con sus respectivas trabes formarán 4 marcos unidos entre sí en forma de cubo .

h) Montaje de Trabes .-

Para colocar las trabes, se checa una vez más el plomo de las columnas, y la trabe se presenta con las placas de unión de las columnas, y se soldan .

Una vez hecho esto, se retiran las cuñas de la base de la columna y se rellena con Grout (mortero que no permite contracciones al fraguar) el espacio que quedó entre el Dado de cimentación y la base de la columna .

A partir de estos 4 marcos rígidos terminados, se continúa el montaje de la estructura, sirviendo éstos como referencia .

i) Montaje de Montenes y Cubierta .-

La cubierta de lámina del edificio se coloca sobre elementos de sección canal llamados montenes. Estos últimos se colocan sobre la estructura rigidizándose

entre sí con varillas de acero redondo roscado en am -
bos extremos. La lámina va sobre el montén y se fi-
ja con ganchos .

El ascenso de los montenes y tensores para su coloca
ción se hace con grúa, pero su adaptación a la es -
tructura se hace en forma manual debido a su ligere-
za. La colocación de la lámina acanalada para la cu
bierta se hace en forma similar .

B. MONTAJE DE EQUIPOS .-

Para describir el montaje de los equipos se tomaron como
ejemplo los del edificio de Proceso, por encontrarse ahí
la mayor variedad de ellos .

Como primer paso, se han clasificado todos los equipos -
en : Equipo Mayor, Equipo Mediano y Equipo Menor .

El equipo mayor es el que, por sus dimensiones y peso, -
debe ser montado simultaneamente con la estructura, ya -
que si ésta se colocara primero, los equipos ya no podrí
an entrar al edificio .

El equipo mediano sí puede entrar al edificio por los es
pacios de la estructura, por lo que su montaje puede ha-
cerse despues de montada ésta .

El equipo menor se debe colocar hasta el último momento

para evitar estorbos en las maniobras de montaje de los equipos mayores, o bien para no dañarlos .

<u>EQUIPO MAYOR</u>	<u>EQUIPO MEDIANO</u>	<u>EQUIPO MENOR</u>
*** Clarificadores	* Tanques de Miel	* Motobombas
* Calentadores - de Guarapo	* Tolvas	* Tanquería - Menor
** Filtros de - Cachaza	* Centrífugas	* Conductores
** Evaporadores	* Tanques de Agua	* Agitadores
** Tachos	* Tanques de - Condensados	* Tableros de Control
* Graneros y - Semilleros		* Básculas
* Portatemplas		
* Cristalizadores		
*** Secador de Azúcar		

* Se reciben armados y se montan .

** Se arman en campo y se terminan con el montaje en su sitio .

*** Se arman en su sitio .

Los equipos que se reciben armados (*), como son la mayoría, se montan de la siguiente manera :

Una vez colocadas las traveses de la estructura que van a recibir al equipo, se eleva éste sobre dichas traveses y se sostiene ahí con unos soportes provisionales (elementos de acero) quedando el equipo suspendido a cierta -

altura sobre la estructura.

Esto se hace con el fin de dar lugar a que se cuele la losa de entrepiso y los dados de cimentación del equipo, ya que si se colara primero la losa, el equipo ya no podría elevarse hasta su nivel de montaje .

Ahora bien, ya colada la losa y los dados (con sus respectivas anclas), el equipo se desciende apoyandolo en unos gatos hidráulicos y cortando los soportes provisionales . Los equipos tienen en sus bases placas con orificios, en los cuales tendrán que recibirse las anclas de los dados. Ya puesto el equipo en su lugar, éste se alinea y nivela, y se procede después a colocarle todos sus accesorios y conexiones en caso que los requiera .

Hay equipos que se suministran desarmados en varias partes. (**) Estos hay que armarlos primero en campo y después montarlos en su sitio. Este es el caso de los tachos y los evaporadores, los cuales por sufrir fuertes cambios de temperatura, se montan simplemente apoyados sobre unas trabes secundarias. Las trabes secundarias, son unas que se colocan en forma diagonal sobre las trabes de la estructura, y su finalidad es apoyar al equipo. Una vez montado, nivelado y orientado el equipo, se termina de armar colocandole todos sus accesorios .

En el caso de los evaporadores, por ser equipos de gran tamaño, se arman y se montan en dos partes, uniéndose éstas en el lugar del montaje .

Existe un tercer tipo de equipos que son los que se van armando directamente en su sitio (***) . Todas las piezas de estos equipos se colocan directamente en el lugar que les corresponde hasta completar el equipo. Este es el caso de los clarificadores y el secador de azúcar .

1.4.2 LISTA DE ACTIVIDADES .

Como se dijo en el inciso correspondiente al control del programa, las revisiones a éste se hacen generalmente en períodos preestablecidos que van de una semana a un mes, y los avances de las actividades se reportan en forma de porcentaje. Debido a esto, se decidió utilizar actividades con duraciones largas, ya que una con duración de un día, resultaría inconveniente tratar de controlarla - pues su avance iría de 0 a 100% en un solo día, y el proceso de revisión del programa se lleva por lo menos un par de éstos .

Así pues, en algunos casos se unieron varias actividades para formar una sola, facilitando así su manejo y su control . Por ejemplo : el cimbrado, armado y colado de las piezas de concreto, forman una sola actividad a la que se le llamó C.A.C.; en el montaje de estructuras se incluyen todas las maniobras desde el armado de las piezas, hasta su colocación ; etc.

Siguiendo este criterio, se forma la lista de actividades que más tarde formarán las redes.

1.4.3 SECUENCIA DE ACTIVIDADES .

En la distribución de las actividades se observó la necesidad de alternar la participación de las diferentes -

disciplinas que intervienen en la construcción de un In-
genio (Obra Civil, Obra Mecánica y Obra Eléctrica) con -
el fin de trabajar simultáneamente con las brigadas de -
trabajo de cada una de ellas .

En base a la lista de actividades y tomando en cuenta -
consideraciones como la antes mencionada, se analizó ca-
da actividad viendo cuales le debían anteceder y cuales
le podían seguir, y así ir formando la secuencia de to -
das ellas .

Algunas actividades no requieren estar totalmente termi-
nadas para poder iniciar las subsecuentes, en estos ca -
sos se utilizaron porcentajes para indicar el avance re-
querido, tal es el caso de la cimentación de los edifi -
cios, la cual no necesariamente debe estar terminada pa-
ra poder iniciar el montaje de la estructura . Existen
otras actividades en situación semejante .

1.4.4 DURACION DE LAS ACTIVIDADES .

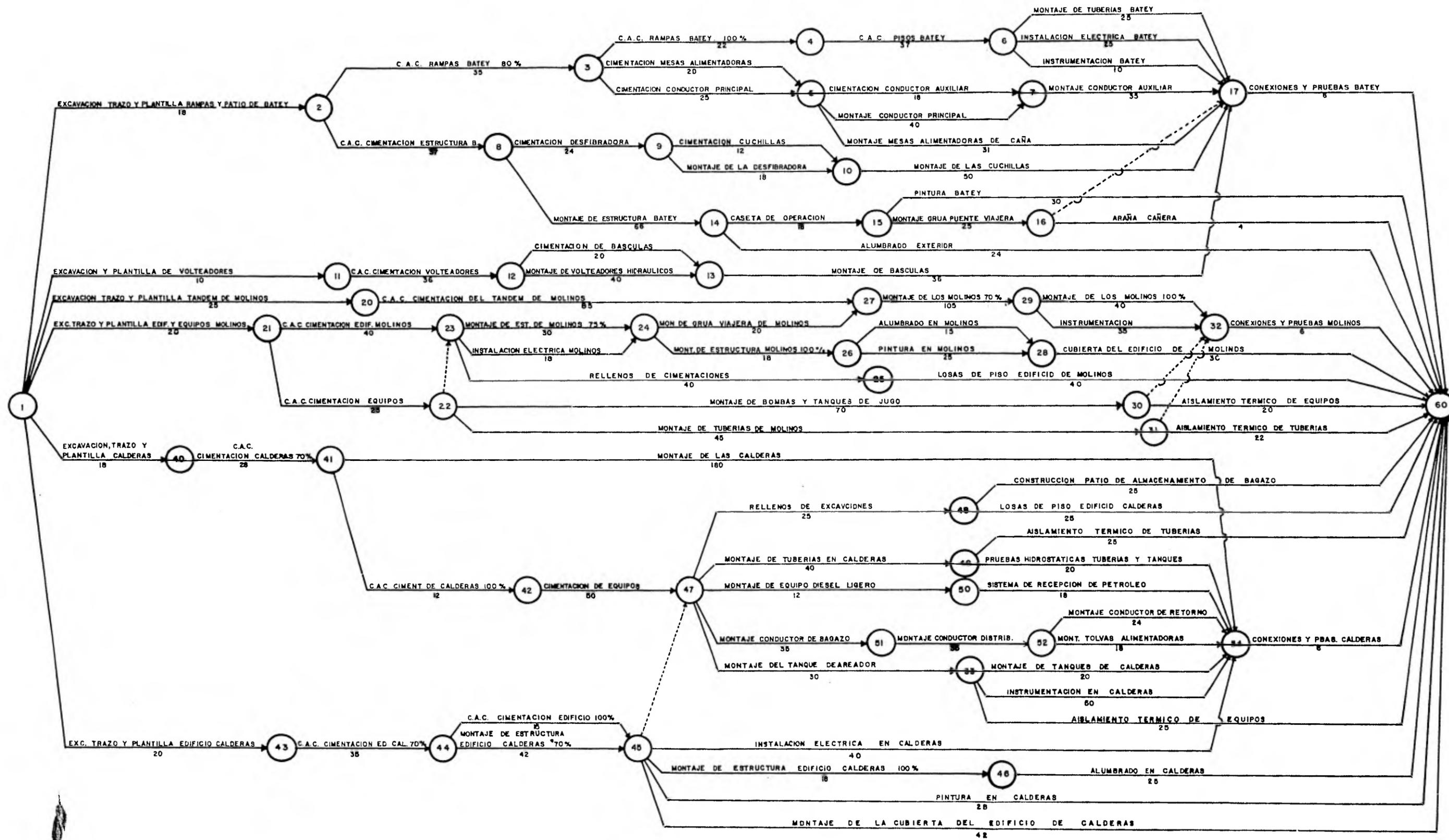
Como ya se mencionó, las duraciones que se emplearon son
supuestas, ya que un análisis verdadero de éstas implica
ría datos de un proyecto real tales como cantidades de
obra, recursos de la empresa, y una definición exacta -
del procedimiento constructivo a seguir (dependiendo de
la maquinaria y mano de obra con que se cuente).

No obstante, las duraciones empleadas se acercan mucho a la realidad, y para nuestros fines ésto es suficiente , ya que el objetivo de este trabajo no es analizar estas duraciones, sino mostrar un esquema general de la construcción de un Ingenio .

Ya con estos datos (actividades, secuencia y duraciones) se elaboraron las redes .

1.4.5 LISTADOS RESULTANTES DEL CALCULO DE LA RUTA CRITICA . -

Para el cálculo de la Ruta Crítica, se alimentó un computador, y los datos fueron procesados por el Sistema RUTCR de la Compañía Procesos y Sistemas de Información (PSI) del Grupo ICA . Los listados resultantes aparecen a continuación seguidos de sus respectivas redes .



BATEY - MOLINOS - CALDERAS

BENE82

INGENIO TIPO
BATEY-MOLINOS-CALDERAS.

0 1

CR	M O D O		RESP	DESCRIPCION	ZONA	DURACION TOTAL		DURACION TOTAL		H O L O U R A S	L I B	
	I	J				CPM	DIAS	F I M E R A	C H A S			U L T I M A
	1	2	1	EXC TRAZO RAMPAS Y PATIO	1	18	0	18	91	109	91	0
	1	11	1	EXC Y PLANT VOLTEADORES	1	10	0	10	133	143	133	0
M	1	20	1	EXC TRAZ PLANT TANDEM MOL	2	25	0	25	0	25	0	0
M	1	21	1	EXC TRAZ PLANT EDIF Y EQS	2	20	0	20	0	20	0	0
	1	40	1	EXC TRAZO PLAN DE CALDERAS	3	18	0	18	29	47	29	0
	1	43	1	EXC TRAZO PLAN EDIF CALDS.	3	20	0	20	64	84	64	0
	2	3	1	C.A.C. RAMPAS BATEY 80X	1	35	18	53	120	155	102	0
	2	8	1	C.A.C. CIMENT ESTRUC BATEY	1	37	18	55	109	146	91	0
	3	4	1	C.A.C. RAMPAS BATEY 100X	1	22	53	75	171	193	118	0
	3	5	1	CIMENT MESAS ALIMENTADORAS	1	20	53	73	160	180	107	5
	3	5	1	CIMENT CONDUCTOR PRINCIPAL	1	25	53	78	155	180	102	0
	4	6	1	C.A.C. PISOS BATEY	1	37	75	112	193	230	118	0
	5	7	1	CIMENT CONDUCTOR AUXILIAR	1	18	78	96	202	220	124	22
	5	7	2	MONT CONDUCTOR PRINCIPAL	1	40	78	118	180	220	102	0
	5	17	2	MONT MESAS ALIMENT DE CANA	1	31	78	109	224	255	146	55
	6	17	2	MONTAJE TUBERIAS BATEY	1	25	112	137	250	255	118	27
	6	17	3	INSTALACION ELECTRICA	1	25	112	137	250	255	118	27
	6	17	2	INSTRUMENTACION BATEY	1	10	112	122	245	255	133	42
	7	17	2	MONT CONDUCTOR AUXILIAR	1	35	118	153	220	255	102	11
	8	9	1	CIMENT DESFIBRADORA	1	24	55	79	163	187	108	0
	8	14	2	MONTAJE ESTRUCTURA BATEY	1	66	55	121	146	212	91	0
	9	10	1	CIMENTACION CUCHILLAS	1	12	79	91	193	205	114	6
	9	10	2	MONTAJE DESFIBRADORA	1	18	79	97	187	205	108	0
	10	17	2	MONTAJE CUCHILLAS	1	50	97	147	205	255	108	17
	11	12	1	C.A.C. CIMENT VOLTEADORES	1	36	10	46	143	179	133	0
	12	13	1	CIMENTACION BASCULAS	1	20	46	66	199	219	153	20
	12	13	2	MONT VOLTEADORES HIDRAULIC	1	40	46	86	179	219	133	0
	13	17	2	MONTAJE DE BASCULAS	1	36	86	122	219	255	133	42
	14	15	1	CASETA DE OPERACION	1	18	121	139	212	230	91	0
	14	60	3	ALUMBRADO EXTERIOR	1	24	121	145	237	261	116	116
	15	16	2	MONT GRUA PUENTE VIAJERA	1	25	139	164	230	255	91	0
	15	60	2	PINTURA BATEY	1	30	139	169	231	261	92	92
	16	60	2	ARANA CAHERA	1	4	164	168	257	261	93	93
	17	60	2	CONEXIONES Y PRUEBAS BATEY	1	6	164	170	255	261	91	91
M	20	27	1	C.A.C. CIMENT TANDEM MOLDS.	2	85	25	110	25	110	0	0
	21	22	1	C.A.C. CIMENT EQUIPOS	2	25	20	45	35	60	15	0
M	21	23	1	C.A.C. CIMENT EDIFICIO MOL	2	40	20	60	20	60	0	0
	22	30	2	MONT BOMBAS Y TQS DE JUGO	2	70	45	115	171	241	126	0
	22	31	2	MONTAJE TUBERIAS MOLDS.	2	45	45	90	194	239	149	0
	23	24	3	INST. ELECTRICA MOLINOS	2	18	60	78	72	90	12	12
M	23	24	2	MONT ESTRUCTURA MOLDS. 75X	2	30	60	90	60	90	0	0
	23	25	1	RELLENOS	2	40	60	100	181	221	121	0
	24	26	2	MONT ESTRUCTURA MOLDS. 100X	2	18	90	108	188	206	98	0
M	24	27	2	MONT GRUA PUENTE VIAJERA	2	20	90	110	90	110	0	0
	25	60	1	PISOS EDIFICIO MOLINOS	2	40	100	140	221	261	121	121
	26	28	3	ALUMBRADO MOLINOS	2	15	108	123	236	231	108	10

PASA A LA HOJA 2

130

INGENIO TIPO

2

BATEY- MOLINOS - CALDERAS

8ENE82

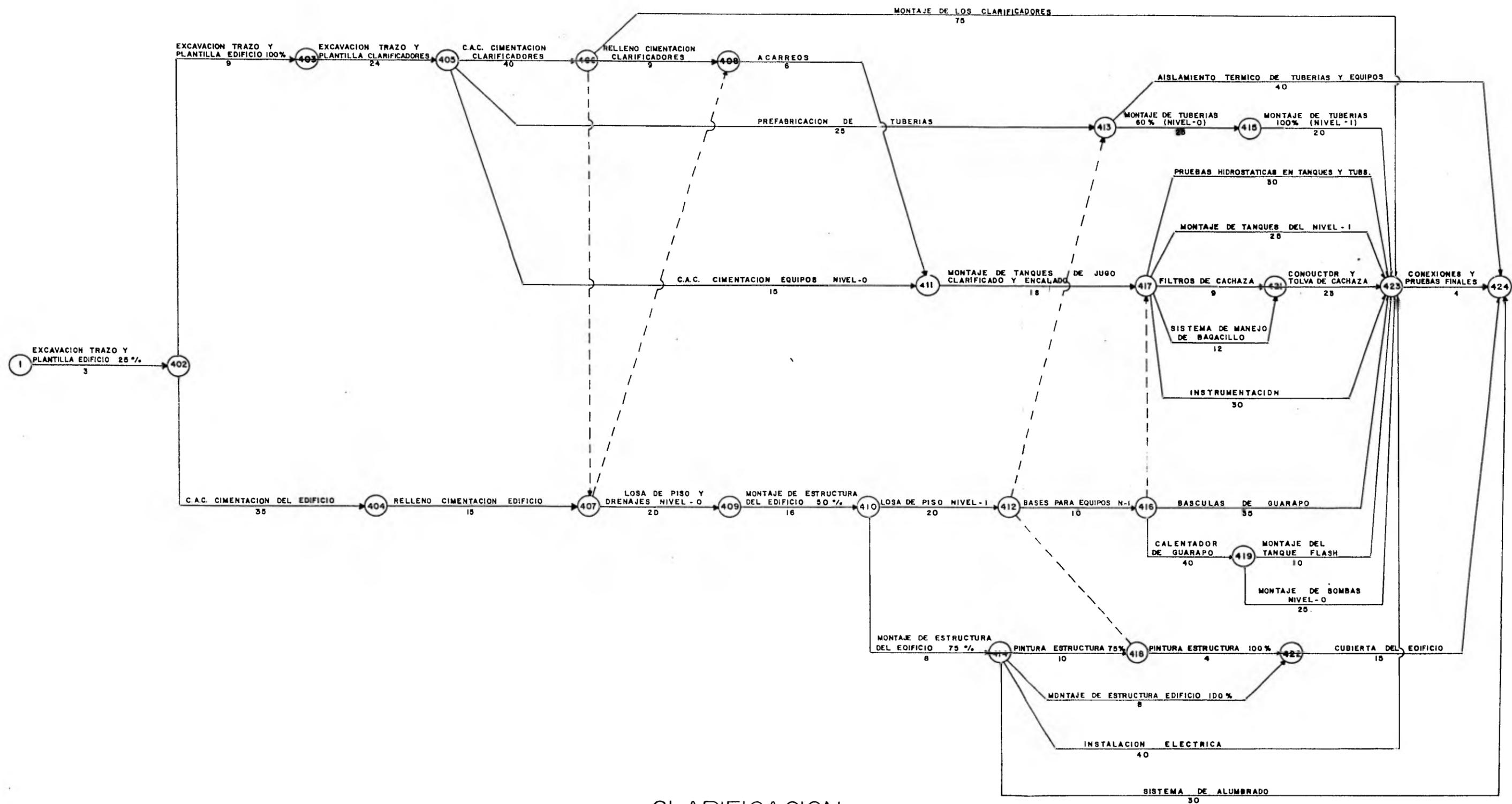
0

CPM

DURACION TOTAL

261 DIAS

CR	N O D O		RESP	D E S C R I P C I O N	ZONA	DURA	F E C H A		H A S		HOLGURAS	
	I	J					DURACION	PRIMERA	ULTIMA	TOT	LIB	
	26	28	2	PINTURA MOLINOS	2	25	108	133	206	231	98	0
M	27	29	2	MONTAJE DE MOLINOS 70%	2	105	110	215	110	215	0	0
	28	60	2	CUBIERTA EDIFICIO MOLINOS	2	30	133	163	231	261	98	98
	29	32	2	INSTRUMENTACION	2	35	215	250	220	255	5	5
M	29	32	2	MONTAJE DE MOLINOS 100%	2	40	215	255	215	255	0	0
	30	60	2	AISLAMIENTO TERM EQUIPOS	2	20	115	135	241	261	126	126
	31	60	2	AISLAMIENTO TERM TUBERIAS	2	22	90	112	239	261	149	149
M	32	60	2	CONEXIONES Y PRUEBAS MOLS.	2	6	255	261	255	261	0	0
	40	41	1	C.A.C. CIMEN CALDERAS 70%	3	28	18	46	47	75	29	0
	41	42	1	C.A.C. CIMEN CALDERAS 100%	3	12	46	58	99	111	53	0
	41	54	2	MONTAJE DE CALDERAS	3	180	46	226	75	255	29	0
	42	47	1	CIMENTACION EQUIPOS	3	50	58	108	111	161	53	0
	43	44	1	C.A.C. CIMEN EDIF CALD 70%	3	35	20	55	84	119	64	0
	44	45	1	C.A.C. CIMEN EDIF CALD 100%	3	15	55	70	146	161	91	27
	44	45	2	MONT ESTRUCT EDIF CALDS 70%	3	42	55	97	119	161	64	0
	45	46	2	MONT ESTRUCT EDIFICIO 100%	3	18	97	115	218	236	121	0
	45	54	3	INSTALACION ELECTRICA	3	40	97	137	215	255	118	89
	45	60	2	PINTURA	3	25	97	122	236	261	139	139
	45	60	2	MONTAJE CUBIERTA EDIFICIO	3	42	97	139	219	261	122	122
	46	60	3	ALUMBRADO	3	25	115	140	236	261	121	121
	47	48	1	RELLENOS	3	25	108	133	211	236	103	0
	47	49	1	MONTAJE DE TUBERIAS	3	40	108	148	195	235	87	0
	47	50	2	MONT EQUIPO DIESEL LIGERO	3	12	108	120	225	237	117	0
	47	51	2	CONDUCTOR DE BAGAZO	3	35	108	143	161	196	53	0
	47	53	2	MONT TANQUE DEAREADOR	3	30	108	138	175	205	67	0
	48	60	1	LOSA PISO EDIFICIO CALDS	3	25	133	158	236	261	103	103
	48	60	1	PATIO ALMACENAMIENTO BAGAZO	3	25	133	158	236	261	103	103
	49	54	2	PRUEBAS HIDROSTATICAS	3	20	148	168	235	255	87	58
	49	60	2	AISLAMIENTO TERM TUBERIAS	3	25	148	173	236	261	88	88
	50	54	2	SIST RECEPCION PETROLEO	3	18	120	138	237	255	117	88
	51	52	2	CONDUCTOR DISTRIBUIDOR	3	35	143	178	196	231	53	0
	52	54	2	CONDUCTOR DE RETORNO	3	24	178	202	231	255	53	24
	52	54	2	TOLVAS ALIMENTADORAS	3	18	178	196	237	255	59	30
	53	54	2	MONT TANQUES DE AGUA, FLASH	3	20	138	158	235	255	97	68
	53	54	2	INSTRUMENTACION	3	50	138	188	205	255	67	38
	53	60	2	AISLAMIENTO TERM EQUIPOS	3	25	138	163	236	261	98	98
	54	60	2	CONEXIONES Y PRUEBAS CALDS	3	6	226	232	255	261	29	29



CLARIFICACION

GENE82		INGENIO TIPO		CLARIFICACION		DURACION TOTAL		211 DIAS		HOLGURAS		
CR	I	N O D O	RESP	DESCRIPCION	ZONA	DURA	PR	TERMINAR	INICIAR	TERMINAR	TOT	LIB
		J				DIAS	IM	ER	INICIAR	TERMINAR		
M		1	402	1	EXC TRAZO EDIF CLARI 25%	4	3	0	3	0	3	0
M	402	403	1	EXC TRAZO EDIF CLARI 100%	4	9	3	12	3	12	0	0
M	402	404	1	C.A.C.CIMENT EDIFICIO CLAR	4	35	3	38	26	61	23	0
M	403	405	1	EXC TRAZ PLANT CLARIFICADS	4	24	12	36	12	36	0	0
M	404	407	1	RELLENOS CIMENTACION	4	15	38	53	61	76	23	23
M	405	406	1	C.A.C.CIMEN CLARIFICADORES	4	40	36	76	36	76	0	0
M	405	411	1	C.A.C.CIMEN EQUIPDS NIV-0	4	15	36	51	139	154	103	40
M	405	413	2	PREFABRICACION TUBERIAS	4	25	36	61	137	162	101	71
M	406	408	1	RELLENO CIMEN CLARIFICADS	4	9	76	85	139	148	63	0
M	406	423	2	MONTAJE CLARIFICADORES	4	75	76	151	132	207	56	56
M	407	409	1	LOSA PISO Y DRENAJE NIV-0	4	20	76	96	76	96	0	0
M	408	411	1	ACARREOS	4	6	85	91	148	154	63	0
M	409	410	2	MDNT ESTRUCTURA EDIF 50%	4	16	96	112	96	112	0	0
M	410	412	1	LOSA PISO NIV-1	4	20	112	132	112	132	0	0
M	410	414	2	MONT ESTRUCTURA EDIF 75%	4	8	112	120	159	167	47	0
M	411	417	2	MONT TQS NIV-0	4	16	91	107	154	170	63	35
M	412	416	1	BASES PARA EQUIPOS NIV-1	4	10	132	142	132	142	0	0
M	413	415	2	MONT TUBERIAS 60% NIV-0	4	25	132	157	162	187	30	0
M	413	424	2	AISLAMIENTO TERM TUBS Y EQ	4	40	132	172	171	211	39	39
M	414	418	2	PINTURA ESTRUCTURA 75%	4	10	120	130	182	192	62	2
M	414	422	2	MONT ESTRUCTURA 100%	4	8	120	128	188	196	68	8
M	414	423	3	INSTALACION ELECTRICA	4	40	120	160	167	207	47	47
M	414	424	3	SISTEMA ALUMBRADO	4	30	120	150	181	211	61	61
M	415	423	2	MONT TUBERIAS 100% NIV-1	4	20	157	177	187	207	30	30
M	416	419	2	CALENTADORES DE GUARAPO	4	40	142	182	142	182	0	0
M	416	423	2	BASCULAS DE GUARAPO	4	35	142	177	172	207	30	30
M	417	421	2	FILTROS DE CACHAZA	4	9	142	151	173	182	31	3
M	417	421	2	SISTEMA MANEJO BAOACILLO	4	12	142	154	170	182	28	0
M	417	423	2	INSTRUMENTACION	4	30	142	172	177	207	35	35
M	417	423	2	MONT TANQUES NIV-1	4	25	142	167	182	207	40	40
M	417	423	2	PRUEBAS HIDROSTATICAS	4	30	142	172	177	207	35	35
M	418	422	2	PINTURA ESTRUCTURA 100%	4	4	132	136	192	196	60	0
M	419	423	2	MONTAJE BOMBAS NIV-0	4	25	182	207	182	207	0	0
M	419	423	2	MONT TANQUE FLASH	4	10	182	192	197	207	15	15
M	421	423	2	CONDUCTOR Y TOLVA DE CACHA	4	25	154	179	182	207	28	28
M	422	424	2	CUBIERTA EDIFICIO	4	15	136	151	196	211	60	60
M	423	424	2	CONEXIONES Y PRUEBAS	4	4	207	211	207	211	0	0

INGENIO TIPO

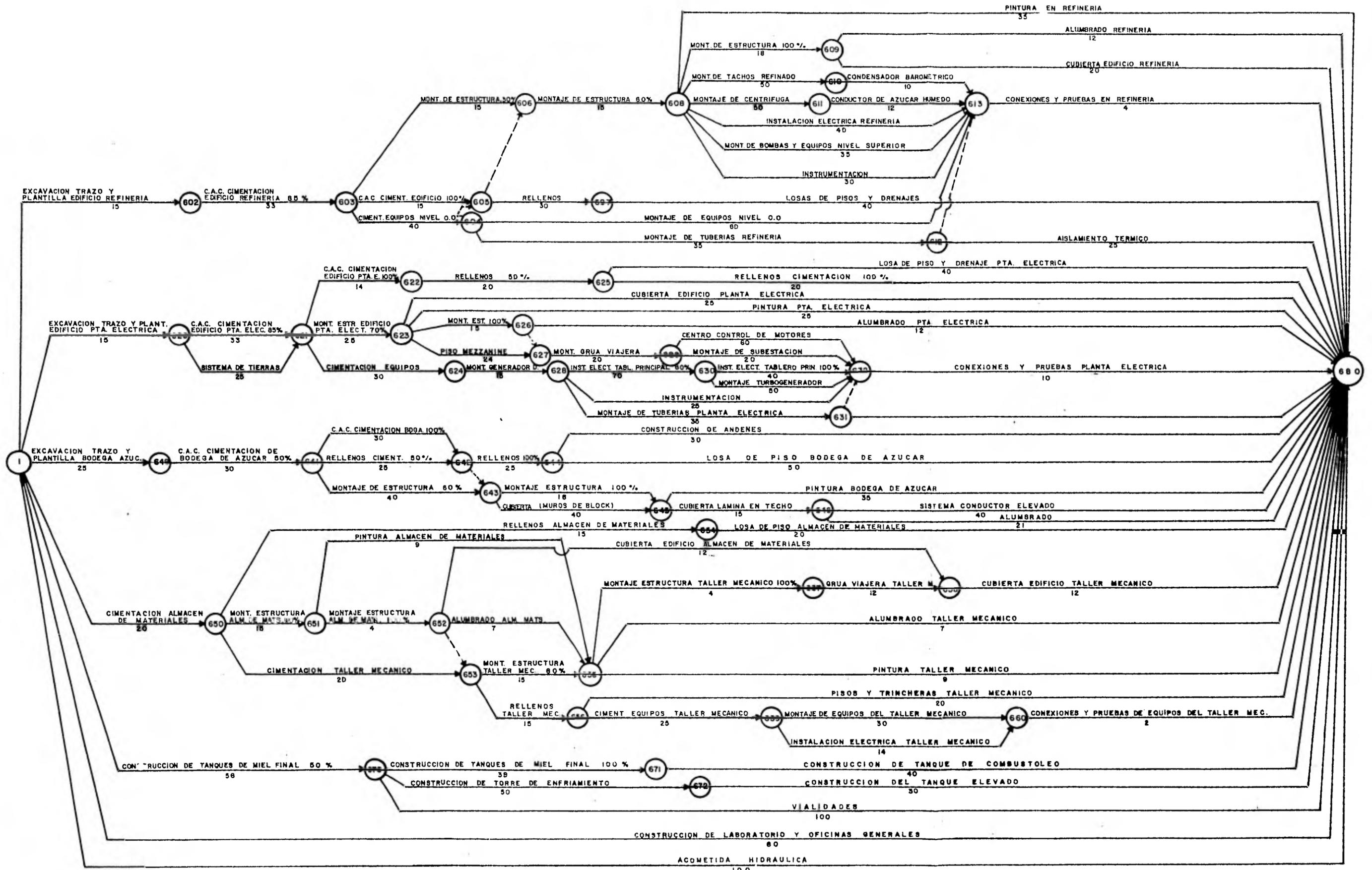
1

PROCESO

0

8ENE82

CR	I	N O D J	O RESP	DESCRIPCION	ZONA	CPM DIAS	DURACION TOTAL				HOLGURAS TOT	LIB
							DURA	P R I M E R A	C	H A S U L T I M A		
M	1	502	1	EXC TRAZO PLAN EDIF 50%	5	15	0	15	0	15	0	0
M	502	503	1	C.A.C. CIMENT EDIFICIO 50%	5	35	15	50	15	50	0	0
	502	504	1	EXC TRAZO PLANT EDIF 100%	5	15	15	30	70	85	55	55
	503	504	1	RELLENOS 50%	5	30	50	80	55	85	5	5
M	503	504	1	C.A.C. CIMENT EDIF 100%	5	35	50	85	50	85	0	0
	503	507	2	MONT ESTRUC EDIF 15%	5	15	50	65	90	105	40	40
	503	508	2	PREFABRICACION TUBERIAS	5	50	50	100	160	210	110	0
M	504	505	1	CIMENTACION EQS NIV-0 30%	5	20	85	105	85	105	0	0
	504	506	1	RELLENOS 100%	5	30	85	115	184	214	99	0
	505	510	1	CIMENT EQUIPOS NIV-0 60%	5	20	105	125	130	150	25	0
	506	512	1	LOSA PISO Y TRINCHERAS N-0	5	30	115	145	214	244	99	0
	507	509	2	MONT ESTRUC EDIF 50%	5	35	105	140	120	155	15	15
M	507	509	2	MONT EVAPORADORES	5	50	105	155	105	155	0	0
	507	509	2	MONT CUADRUPLE EFECTO	5	40	105	145	115	155	10	10
	507	509	2	MONT BOMBAS Y TQS EVAPORAC	5	25	105	130	130	155	25	25
	507	518	3	INSTALACION ELECTRICA	5	10	105	205	194	294	89	80
	507	520	3	ALUMBRADO	5	40	105	145	260	300	155	155
	507	520	2	PINTURA	5	60	105	165	240	300	135	135
	508	516	2	MONT TUBERIAS 50%	5	40	100	140	210	250	110	0
	509	511	2	MONT PORTATEMPLAS	5	25	155	180	215	240	60	0
	509	514	2	MONT GRUA PUENTE VIAJERA	5	15	155	170	165	180	10	0
M	509	515	2	MONT ESTRUC EDIFICIO 85%	5	35	155	190	155	190	0	0
	509	517	2	MONT CRISTALIZADORES	5	30	155	185	230	260	75	75
	509	520	2	INSTRUMENTACION	5	70	155	225	230	300	75	75
	509	520	2	AISLAMIENTO TERM EQUIPOS	5	60	155	215	240	300	85	85
	510	513	1	CIMENT EQUIPOS NIV-0 100%	5	30	125	155	150	180	25	0
	511	517	2	MONT TANQUES Y BOMBAS CRIS	5	20	180	200	240	260	60	60
	512	518	1	LOSAS DE ENTREPISOS	5	50	145	195	244	294	99	90
	513	517	2	SISTEMA PESADO AZUCAR SECA	5	15	155	170	245	260	90	90
	513	517	2	MONTAJE BOMBAS NIV-0	5	20	155	175	240	260	85	85
	514	517	2	MONTAJE DE CENTRIFUGAS	5	80	170	250	180	260	10	10
	514	517	2	MONT BOMBAS CENTRIFUGACION	5	20	170	190	240	260	70	70
	515	517	2	MONTAJE GRANEROS	5	25	190	215	235	260	45	45
M	515	517	2	MONTAJE DE TACHOS	5	70	190	260	190	260	0	0
	515	517	2	CONDENSADOR BAROMETRICO	5	35	190	225	225	260	35	35
	516	518	2	MONT TUBERIAS 100%	5	40	140	180	254	294	114	105
	516	518	2	PRUEBAS HIDROSTATICAS	5	30	140	170	264	294	124	115
	516	520	2	AISLAMIENTO TERM TUBERIAS	5	50	140	190	250	300	110	110
	517	518	2	MONT ESTRUC EDIF 100%	5	15	260	275	279	294	19	10
	517	518	2	SECADOR DE AZUCAR	5	25	260	285	269	294	9	0
	517	518	2	CONDUCTOR DE BANDA AZUCAR	5	15	260	275	279	294	19	10
M	517	520	2	MONT CUBIERTA	5	40	260	300	260	300	0	0
	518	520	2	CONEXIONES Y PRUEBAS FINAL	5	6	285	291	294	300	0	0



REFINERIA - PLANTA ELECTRICA - BODEGA DE AZUCAR - SERV. GENERALES

INGENIO TIPO

1

8ENE82

REFINERIA, PTA. ELECTRICA, BODEGA DE AZUCAR, SERVS. GENERALES.

0

CPM

DURACION TOTAL 223 DIAS

CR	I	N O D O	J	RESP	DESCRIPCION	ZONA	DIAS	DURA	P R I M E R A		C	H U L T I M A S		HOLGURAS
									INICIAR	TERMINAR		INICIAR	TERMINAR	
		1	602	1	EXC TRAZ PLAN EDIF REFINER	7	15	0	15		54	69	54	0
		1	620	1	EXC TRAZ PLAN EDIF PTA FZA	6	15	0	15		0	15	0	0
		1	640	1	EXC TRAS PLAN BODEGA AZUC	8	25	0	25		33	58	33	0
		1	650	1	CIMENT ALMACEN MATERIALES	9	20	0	20		111	131	111	0
		1	670	2	CONST TNQS MIEL FINAL 50%	9	38	0	38		85	123	85	0
		1	680	1	CONST LAB Y OFICINAS GRALS	9	80	0	80		143	223	143	143
		1	680	2	ACOMETIDA HIDRAULICA	9	100	0	100		123	223	123	123
	602	603	1	C.A.C.CIMENT EDIF REF 85%	7	33	15	48	69		102	102	54	0
	603	604	1	CIMENTACION EQUIPOS NIV-0	7	40	48	88	102		142	142	54	0
	603	605	1	C.A.C.CIMENT EDIF REF 100%	7	15	48	63	127		142	142	79	25
	603	606	2	MONT ESTRUCT EDIFICIO 30%	7	15	48	63	127		142	142	79	25
	604	612	2	MONTAJE TUBERIAS	7	35	88	123	163		198	198	75	0
	604	613	2	MONTAJE EQUIPOS NIV-0	7	60	88	148	159		219	219	71	17
	605	607	1	RELLENOS	7	30	88	118	153		183	183	65	0
	606	608	2	MONT ESTRUCT EDIFICIO 60%	7	15	88	103	142		157	157	54	0
	607	680	1	LOSAS PISO Y DRENAJES	7	40	118	158	183		223	223	65	65
	608	609	2	MONT ESTRUCT EDIF 100%	7	18	103	121	185		203	203	82	0
	608	610	2	MONT TACHOS REFINADO	7	50	103	153	159		209	209	56	0
	608	611	2	MONT CENTRIFUGA	7	50	103	153	157		207	207	54	0
	608	613	3	INSTALACION ELECTRICA	7	40	103	143	179		219	219	76	22
	608	613	2	MONT BOMBAS Y EQS NIV SUP	7	35	103	138	184		219	219	81	27
	608	613	2	INSTRUMENTACION	7	30	103	133	189		219	219	86	32
	608	680	2	PINTURA	7	35	103	138	188		223	223	85	85
	609	680	2	CUBIERTA	7	20	121	141	203		223	223	82	82
	609	680	3	ALUMBRADO	7	12	121	133	211		223	223	90	90
	610	613	2	CONDENSADOR BAROMETRICO	7	10	153	163	209		219	219	56	2
	611	613	2	CONDUCTOR AZUCAR HUMEDO	7	12	153	165	207		219	219	54	0
	612	680	2	AISLAMIENTO TERMICO	7	25	123	148	198		223	223	75	75
	613	680	2	CONEXIONES Y PRUEBAS REFIN	7	4	165	169	219		223	223	54	54
	M	620	621	1	C.A.C. CIMENT EDIF 85%	6	33	15	48		15	48	0	0
		620	621	3	SISTEMA DE TIERRAS	6	25	15	40		23	48	8	8
		621	622	1	C.A.C. CIMENT EDIF 100%	6	14	48	62		149	163	101	0
		621	623	2	MONT ESTRUCT EDIF 70%	6	25	48	73		84	109	36	0
	M	621	624	1	CIMENTACION EQUIPOS	6	30	48	78		48	78	0	0
		622	625	1	RELLENOS 50%	6	20	62	82		163	183	101	0
		623	626	2	MONT ESTRUCT EDIF 100%	6	15	73	88		118	133	45	0
		623	627	1	PISO MEZZANINE	6	24	73	97		109	133	36	0
		623	680	2	CUBIERTA	6	25	73	98		198	223	125	125
	M	623	680	2	PINTURA	6	25	73	98		198	223	125	125
		624	628	2	MONT GENERADOR DIESEL	6	15	78	93		78	93	0	0
		625	680	1	LOSAS PISO Y DRENAJE	6	40	82	122		183	223	101	101
		625	680	1	RELLENOS 100%	6	20	82	102		203	223	121	121
		626	680	3	ALUMBRADO	6	12	88	100		211	223	123	123
		627	629	2	MONT GRUA PUENTE VIAJERA	6	20	97	117		133	153	36	0
	M	628	630	3	INST ELECT TABL PRINCP 60%	6	70	93	163		93	163	0	0
		628	631	2	MONTAJE TUBERIAS	6	35	93	128		163	198	70	0

PASA A LA HOJA 2

137

INGENIO TIPO

2

8ENE82

REFINERIA, PTA. ELECTRICA, BODEGA DE AZUCAR, SERVICIOS GENERALES

CPM

DURACION TOTAL

223 DIAS

CR	M O D O		D E S C R I P C I O N	ZONA	DURA DIAS	P R I M E R A		C H U L T I M A		HOLGURAS TOT LIB	
	I	J				RESP	INICIAR	TERMINAR	INICIAR		TERMINAR
	628	632	2	INSTRUMENTACION	6	25	93				
	629	632	2	CENTRO DE CONTROL MOTORES	6	60	117	118	188	213	95 95
	629	632	3	MONTAJE SUBESTACION	6	20	117	137	153	213	36 36
M	630	632	2	MONTAJE TURBOGENERADOR	6	50	163	213	193	213	76 76
	630	632	3	INST ELEC TABL PRINC 100X	6	40	163	203	163	213	0 0
	631	680	2	AISLAMIENTO TERMICO	6	25	128	153	173	213	10 10
M	632	680	3	CONEXIONES Y PRUEBAS	6	10	213	223	198	223	70 70
	640	641	1	C.A.C. CIMENT BODEGA 50X	8	30	25	55	58	88	33 0
	641	642	1	C.A.C. CIMENT BODEGA 100X	8	30	55	85	98	128	43 0
	641	642	1	RELLENO 50X	8	25	55	80	103	128	48 5
	641	643	2	MONTAJE ESTRUCT EDIF 60X	8	40	55	95	88	128	33 0
	642	644	1	RELLENOS 100X	8	25	85	110	148	173	63 0
	643	645	2	MONTAJE ESTRUCT EDIF 100X	8	18	95	113	150	168	55 22
	643	645	1	CUBIERTA MUROS DE BLOCK	8	40	95	135	128	168	33 0
	644	680	1	ANDENES	8	30	110	140	193	223	83 83
	644	680	1	LOSA PISO HIV-0	8	50	110	160	173	223	63 63
	645	646	2	CUBIERTA TECHO LAMINA	8	15	135	150	168	183	33 0
	645	680	2	PINTURA	8	35	135	170	188	223	53 53
	646	680	3	ALUMBRADO	8	21	150	171	202	223	52 52
	646	680	2	SISTEMA COND ELEVADO	8	40	150	190	183	223	33 33
	650	651	2	MONT ESTRUC ALMAC MATS 80X	9	15	20	35	132	147	112 0
	650	653	1	CIMENT TALLER MECANICO	9	20	20	40	131	151	111 0
	650	654	1	RELLENOS ALMAC MATERIALES	9	15	20	35	188	203	168 0
	651	652	2	MONT ESTRUC ALMAC MAT 100X	9	4	35	39	147	151	112 0
	651	655	2	PINTURA ALMAC MATS	9	9	35	44	186	195	151 11
	652	655	3	ALUMBRADO ALMACEN MATS	9	7	39	46	188	195	149 9
	652	658	2	CUBIERTA ALMAC MATS	9	12	39	51	199	211	160 20
	653	655	2	MONT ESTRUC TALL MEC 80X	9	15	40	55	180	195	140 0
	653	656	1	RELLENOS TALLER MEC	9	15	40	55	151	166	111 0
	654	680	1	LOSA PISO ALM MATS	9	20	35	55	203	223	168 168
	655	657	2	MONT ESTRUC TALL MEC 100X	9	4	55	59	195	199	140 0
	655	680	3	ALUMBRADO TALLER MEC	9	7	55	62	216	223	161 161
	655	680	2	PINTURA TALLER MEC	9	9	55	64	214	223	159 159
	656	659	1	CIMENT EQUIPOS TALLER MEC	9	25	55	80	166	191	111 0
	656	680	1	PISOS Y TRINCHERAS TALLER	9	20	55	75	203	223	148 148
	657	658	2	GRUA VIAJERA TALLER MEC	9	12	59	71	199	211	140 0
	658	680	2	CUBIERTA TALLER MECANICO	9	12	71	83	211	223	140 140
	659	660	2	MONTAJE EQUIPOS TALLER MEC	9	30	80	110	191	221	111 0
	659	660	3	INSTALAC ELECT EQS TALLER	9	14	80	94	207	221	127 16
	660	680	2	CONEXIONES Y PRUEBAS TALLE	9	2	110	112	221	223	111 111
	670	671	2	CONST INQS MIEL FINAL 100X	9	38	38	76	145	183	107 0
	670	672	2	CONST TORRE DE ENFRIAMIEN	9	50	38	88	143	193	105 0
	670	680	1	VIALIDADES	9	100	38	138	123	223	85 85
	671	680	2	CONST TANQUE COMBUSTOLEO	9	40	76	116	183	223	107 107
	672	680	2	TANQUE ELEVADO	9	30	88	118	193	223	105 105

1.3.6 EXPLICACION DE LOS LISTADOS .

Por facilidad de manejo de datos, los programas de las ocho áreas principales del Ingenio, se han agrupado en cuatro redes. Siendo estas: la primera para Batey, Molinos y Calderas ; la segunda para Clarificación; la tercera Proceso; y la última red para Refinería, Planta Eléctrica, Bodega de Azúcar y Servicios Generales . Como se observó el Edificio de Proceso se ha dividido en dos programas, uno para Clarificación, y otro para el resto de Proceso. Esto fue debido a que esta área es la más importante y compleja, por tener gran diversidad de equipos e instalaciones dentro de un solo edificio.

En cuanto a los listados de computadora vistos anteriormente, en la primer columna aparece una serie de asteriscos (*), que son los que indican cuales son las actividades críticas. En la segunda y tercer columna aparecen los números de nodo para I y para J respectivamente. A continuación está la columna del "Responsable" donde uno asigna un responsable para cada actividad, en este caso se supuso uno para cada disciplina, siendo :

RESPONSABLE	DISCIPLINA
1	Obra Civil
2	Obra Mecánica
3	Obra Eléctrica

A continuación está la descripción de las actividades, - donde se abreviaron algunas palabras por el espacio reducido para ésto. (Ver índice de abreviaturas).

Después, en la columna de "zona", se identifica a que área del Ingenio corresponde cada actividad teniendo la siguiente relación :

ZONA	AREA DEL INGENIO
1	Batey
2	Molinos
3	Calderas
4	Clarificación
5	Proceso
6	Planta Eléctrica
7	Refinería
8	Bodega de Azucar
9	Servicios Generales

La siguiente columna corresponde a la duración de cada actividad, en términos de Dias.

A continuación aparecen las "fechas" que resultaron al calcular la Ruta Crítica, éstas son : la primera de Iniciación y primera de Terminación; y las últimas de Iniciación y Terminación. Estas fechas vienen en Dias-Obra, es decir en tiempo absoluto de días a partir del día de

inicio de la obra (día 0), sin tomar en cuenta los días de descanso o no laborables. Para un proyecto real, conviene meter un calendario a este programa, indicando el día de iniciación y los días que no se laborará, para obtener estas fechas términos de Día, Mes y Año .

Finalmente está la columna de "holguras" teniendo la holgura Total y la Libre. Siendo la primera, la holgura - que tiene una actividad en relación a la duración total del proyecto. Y la holgura Libre es la que tiene una actividad respecto a su inmediata posterior. Estas tam - bien están en términos de días. Cabe remarcar que las - actividades con holgura Total 0 son las actividades - críticas .

La duración total del programa aparece en la parte superior derecha del listado .

Se hace la aclaración que, por los motivos ya mencionados del manejo de datos en la computadora, hay áreas que no presentan Ruta Crítica, ésto se debe a que al meter - los datos de varias redes en un mismo programa, los maneja como si fuera una sola red, y la Ruta Crítica se va - por la red de mayor duración. Por ejemplo, en el primer listado, la Ruta Crítica se fué por Molinos, y las áreas de Batey y Calderas obtuvieron holguras con respecto a - la duración de Molinos .

Índice de Abreviaturas :

C.A.C.	Cimbrado, Armado y Colado
E.T.P.	Excavación, Trazo y Plantilla
Edif.	Edificio
Mont.	Montaje
Ciment.	Cimentación
Calds.	Calderas
Mols.	Molinos
Tq.	Tanque
Sist.	Sistema
Term.	Térmico
Niv.	Nivel
Tubs.	Tuberías
Eq.	Equipo
Const.	Construcción
Grals.	Generales

Estas han sido las abreviaturas más significativas que se utilizaron en la elaboración de las redes .

C A P I T U L O V

ASPECTO SOCIO - ECONOMICO

1. BENEFICIOS Y EFECTOS ORIGINADOS POR LA CONSTRUCCION DE UN INGENIO AZUCARERO

El sector público actualmente se ve obligado a invertir en el medio rural aún cuando sus inversiones no sean rentables, debido a la creciente presión de los grupos más atrasados de la población campesina, aunque en el caso de los ingenios se busca la mejor recuperación de las inversiones debido a su carácter agroindustrial .

Algunas de las contribuciones del sector agropecuario en el desarrollo económico de México son :

- Producir alimentos a precios bajos para la población urbana y proporcionar materias primas baratas al sector industrial .

Los precios de los productos agrícolas han subido en menor proporción que los productos de origen industrial, lo que ocasionó que el sector azucarero como algunos otros productos alimenticios básicos , mantuvieron estancado su precio por largo tiempo .

- Crear remanentes exportables para obtener divisas y así compensar la importación de bienes de capital e insumos para la industria .

La exportación de productos derivados del procesamiento de caña de azúcar ayudaría a compensar los efectos de una balanza de pagos negativa y para sostener una balanza comercial de productos agroindustriales favorable .

- Proporcionar al sector industrial mano de obra barata .

La existencia de grandes grupos de desempleados y sub-empleados en el medio rural ha provocado la emigración masiva hacia los centros industriales. Este grupo de mano de obra de reserva para la industria ha presionado hacia abajo sobre los salarios de los trabajadores. En gran parte, el proceso de emigración de la población rural a los centros urbanos se ha agilizado en los últimos años debido a los progresos en materia de vías de comunicación y transportes, así como los crecientes atractivos que ofrecen las localidades mayores para la población rural, en lo que se refiere a salarios más altos , servicios urbanos, servicios médicos asistenciales y las facilidades educativas .

En el futuro desarrollo del país se llevará a cabo una emigración constante de la población rural a los centros urbanos, de ahí la necesidad de acelerar

la descentralización industrial para evitar el gigantismo urbano (Junto con los problemas que esto acarrea), producto de la concentración de la actividad económica .

De esta manera, el estado se ubicará en el marco de una estrategia nacionalista que tienda a diversificar la dependencia y a garantizar una mayor independencia económica y política .

- Transferir valor al sector de servicios y al industrial, a través de la desfavorable relación de precios, el crédito usurario y la intermediación que crean capitales que no se reinvierten en el sector agropecuario .

El sector agroindustrial ha transferido montos importantes de ahorro a la industria, no obstante, la industria azucarera no pudo operar sus propios recursos debido a la situación prevaleciente en los últimos años y que ya fue descrita con amplitud en el Capítulo I de esta tesis .

La realización de obras relacionadas directamente con la construcción de un ingenio azucarero, tienen en principio por objetivo elevar el nivel de vida de los habitantes de aquellas localidades que participan directa o indirectamente en la actividad azucarera .

En muchas ocasiones una inversión aislada no provoca los efectos que se habían previsto, pudiendo deberse a que en la determinación de las obras no participaron en forma activa los que serían beneficiados o porque junto con la inversión principal no se facilitan una serie de insumos u obras complementarias o a la falta de algunas acciones que pudieran requerirse.

Por ejemplo, en la adecuada adquisición y distribución de fertilizantes necesarios para el cultivo de la caña de azúcar .

La siguiente clasificación de obras mínimas deseables es sugerida con la respectiva reserva debido a que no es posible aplicarlas en cualquier zona debido a los aspectos físicos, económicos, sociales y políticos, pero que dan una idea de los requerimientos siguientes :

- Obras de Comunicación

Construir, revestir o pavimentar caminos y/o puentes .

- Obras Eléctricas

Introducir energía eléctrica para usos domésticos.
Electrificación de Pozos .

Introducir energía eléctrica para uso propio de la planta azucarera .

- Obras Hidráulicas

Construir, rehabilitar o ampliar obras de riego -

tales como :

Pozos, aguajes o norias

Bordos de retención

Canales

Bombeo

- Obras para el almacenamiento y suministro de insu
mos para el campo y la industria .

Bodegas para insumos del campo

Fertilizantes

Insecticidas

Herbicidas

Semillas

Bodegas para fines industriales

- Obras de beneficio del suelo

- Obras de beneficio para la comunidad :

Escuelas

Centros de Salud

Tiendas de distribución de alimentos .

C A P I T U L O V I

ANALISIS DE VIABILIDAD ECONOMICA

1. ANALISIS DE LA RENTABILIDAD .

La evaluación económica de un Ingenio Azucarero nos indicará la conveniencia o no conveniencia para invertir en un proyecto de este tipo .

La esencia de la evaluación consiste en estimar los beneficios y los costos atribuibles para cada año de su horizonte económico .

Los métodos más utilizados en la evaluación económica - son el Índice de Rentabilidad y la Tasa Interna de Retorno .

Para emplear el criterio de Rentabilidad, los beneficios y los costos de cada año se actualizan a un año base mediante una tasa anual de interés. Si la suma de beneficios actualizados es mayor o igual a la suma de los costos actualizados, la inversión será conveniente dado que los beneficios serán mayores o por lo menos iguales a - los costos .

Para conocer el valor, tanto de los beneficios como de - los costos actualizados, se emplea la expresión :

$$V_f = V_p (1 + i)^n$$

V_f = Valor Futuro
 V_p = Valor Presente
 n = Número de períodos
 (años)

i = Tasa de inte-
 rés aplicada (a-
 nual)

Esta condición de factibilidad económica se maneja implícitamente en el "Índice de Rentabilidad", el cual se obtiene dividiendo la suma de beneficios actualizados entre la suma de los costos actualizados .

Aplicando la expresión anterior, queda la forma siguiente :

$$\text{I.R.} = \frac{\sum B_n (1 + i)^{-n}}{\sum C_n (1 + i)^{-n}}$$

donde :

n = Horizonte económico del Ingenio (No. de años)

B_c = Beneficios atribuibles a la construcción del Ingenio en el año n .

C_n = Costos atribuibles a la construcción del Ingenio.

I.R.= Índice de Rentabilidad.

Para que los beneficios actualizados sean mayores o iguales a los costos actualizados y la construcción sea factible económicamente, el índice de rentabilidad deberá ser mayor o igual a uno .

Debido a que el Índice de Rentabilidad depende del valor adoptado para la tasa de actualización, y ésta presenta por lo general cierta incertidumbre, la evaluación se complementa con la "Tasa Interna de Retorno" del capital asignado en la inversión .

Si la tasa de actualización no refleja en forma adecuada el costo del capital, el cálculo de la Tasa Interna de

Retorno nos permitirá tener la seguridad de que, aún - cuando la tasa de actualización adecuada sea mayor que - la supuesta, la inversión seguirá siendo rentable, esto es, la Tasa Interna de Retorno seguirá siendo superior a las tasas de actualización que permite la construcción - del Ingenio .

$$\sum B_n (1 + i)^{-n} = \sum C_n (1 + i)^{-n}$$

El valor de dicha Tasa Interna "i" se obtendrá por aproximaciones sucesivas, hasta que se cumpla la igualdad de beneficios y costos en el horizonte económico considerado .

En inversiones del Gobierno, los costos y beneficios deben ser tratados en forma diferente que cuando la inversión es realizada por empresas privadas. En el primer caso, se deben referir al Marco Económico Nacional, esto es, a los beneficios y costos de la sociedad como un todo.

La metodología para calcular dichos beneficios y costos sociales requiere de un conjunto de precios que no siempre coinciden con los de mercado. Dichos precios sociales se definen como Precios de Oportunidad o Precios Sombra, significando el beneficio que se deja de recibir en un empleo alternativo de los recursos .

Datos base para el Análisis de la Viabilidad Económica, de un Ingenio Azucarero .

1. Monto de la inversión fija (\$)
2. Costo estimado de producción (\$/Ton.)
3. Rentabilidad después de impuestos (%)
4. Tiempo de recuperación (Años)
5. Riesgo de la inversión (%)
6. Punto de equilibrio (%)
7. Precio de la Caña (\$/Ton.)
8. Costo de la mano de obra directa (\$/Ton.)
9. Producción de azúcar (Tons./zafra)
10. Personal sindicalizado. (Personas)
11. Eficiencia global del Ingenio (%)
12. Precio de venta del azúcar (\$ / Ton.)
13. Precio de venta con fines de estimación del -
costo de la caña (\$ Ton.)
14. Precio de venta de mieles finales (\$ /Ton.)
15. Precio de productos químicos (Cotización directa del fabricante)
16. Vida útil de la inversión fija. (Años)
17. Valor de rescate (% de la inversión fija)
18. Molienda diaria (Tons. de caña)
19. Duración de la zafra (Días sin paro dominical)
20. Horas de operación por día (Horas)
21. Características de la caña :

	Mínimo	Máximo
Fibra	%	%
Sacarosa	%	%
22. Capacidad de proceso de la sección de purificación.		
23. Operabilidad .		
24. Eficiencia térmica (Máxima)		
25. Polución (Mínima emisión de contaminantes)		

El análisis de la información anterior permitirá considerar si es conveniente o no efectuar la inversión .

Dicho análisis deberá tomar en cuenta la situación prevaliente en la Industria Azucarera, por lo cual algunos indicadores determinarán la decisión final .

2. OBTENCION DEL COSTO DE PRODUCCION DE AZUCAR

El costo de producción se obtiene sumando los costos directos e indirectos del proceso para elaborar una tonelada de azúcar, tomando en cuenta los precios actualizados y sus consumos .

COSTO DIRECTO

Materiales :

Para hacer una correcta valuación de costos por concepto de materiales, se deberá tener en cuenta: Los proveedores de materiales (nacionales o extranjeros), transporte de materiales a la planta de azúcar (fletes de FF.CC., camiones, maniobras). Transporte de materiales a las bodegas del Ingenio valor del kilowatt-hora comprado a CFE y todas aquellas consideraciones previsibles que puedan influir en la determinación de los costos de materiales .

Mano de Obra :

En este apartado se tomará en cuenta en términos de pesos por tonelada de azúcar de la mano de obra directa para la operación, mantenimiento y servicios que demande la planta .

Los salarios para las diferentes categorías se tomarán de acuerdo a los tabuladores vigentes respectivos .

Estos salarios, obviamente se manejarán como salarios reales .

Para un mejor control de la mano de obra directa, ésta se manejará enumerando el personal que interviene en cada una de las áreas que componen un -
Ingenio .

Equipo :

Para determinar el costo del equipo que interviene en la elaboración de una tonelada de azúcar, se hace primero un sumario de la inversión fija del Ingenio, es decir, se enumera todo el equipo e instalaciones del Ingenio con su precio total de adquisición .

Una manera recomendable de hacerlo es la siguiente :

Sumario de la Inversión Fija (Por áreas)

Manufactura :

Batey, Molienda, Clarificación, Evaporación, Cristalización, Centrifugación, Refinería, Secado y Envasado, Tubería e Instrumentación .

Servicios Auxiliares :

Calderas, Planta Eléctrica, Abastecimiento de Agua, Tratamiento de Agua, Equipo contra Incendio, Obra Civil, Obra Eléctrica, Almacén de Combustible .

Servicios Generales :

Talleres, Almacén Refacciones, Baños y Vestidores, Enfermería, Laboratorio Mecánico y Eléctrico, Montacargas, Máquinas de Soldar, Almacén de Productos .

Unidades de Inventario :

Maquinaria y partes de repuesto, Equipo de Patio, Equipo de Transporte, Herramienta de Mano, Muebles y Enseres, Equipo y Material de Laboratorio, Acondicionamiento de Aire en Oficinas .

Una vez obtenido el total de la Inversión Fija, ésta se deprecia a lo largo de un período determinado, conocido como Vida Util, con la siguiente fórmula :

$$D = \frac{Va - Vr}{Vu}$$

Donde :

D	-	Depreciación
Va	-	Valor de Adquisición
Vr	-	Valor de Rescate
Vu	-	Vida Util

El mantenimiento se ha considerado como un porcentaje -
del cargo anual de la Inversión Fija .

COSTO INDIRECTO

- Administración y Supervisión .
- Gastos Financieros .

Existen otro tipo de cargos dentro del funcionamiento de
la planta y por supuesto deberán incluirse en el costo -
de producción .

Sección Civil :

Caminos de Acceso a la Planta, Adquisición y Conformación -
ción del Terreno, Canales, etc .

Servicios Sociales :

Casas Habitación, Hotel, Clínicas, Comedor, Inversiones
en el Campo, etc .

RESUMEN DEL COSTO DE PRODUCCION DE AZUCAR

COSTOS DIRECTOS (CD)

<u>MATERIALES (M)</u>	<u>INVERSION FIJA (IF)</u>	<u>MANO DE OBRA (MO)</u>
- Caña de Azúcar	- Mantenimiento	Personal de :
- Azufre		- Batey
- Cal	- Depreciación	- Molienda
- Flocculantes		- Clarificación
- Material Filtrante		- Evaporación y Cristalización
- Carbón Activo Granular		- Centrifugación
- Electricidad		- Refinería, Seca do y Envase
- Combustibles		- Bodega Azucar
- Agua Cruda		- Mantenimiento y Servicios
- Agua Tratada		- Planta de Fuerza
		- Laboratorio
		- Taller Mecánico
		- Taller de Carpin tería
		- Taller Eléctrico
		- Almacén de Mate- riales
		- Vigilancia
		- Obras Civiles
		- Mantenimiento de Jardines

COSTOS INDIRECTOS (CI)

- Administración y Supervisión
- Gastos Financieros

$$CD = M + IF + MO$$

Entonces :

$$\text{Costo por Kg. de Azucar} = \frac{CD + CI}{\text{Prod. Anual (Kg)}}$$

Una vez elaborado el Análisis de Viabilidad Económica de un proyecto, se podrá llegar a ciertas conclusiones que permitan tomar una decisión confiable para invertir o no invertir en dicho proyecto .

En teoría un proyecto se justifica únicamente si el resultado de la relación Beneficio-Costo (B-C) es mayor que 1.0, siendo que los beneficios exceden a los costos.

Sin embargo este indicador por si solo no nos precisa el comportamiento del capital invertido por lo que es necesaria la obtención de una tasa de rendimiento por unidad de capital invertido. En la Tasa Interna de Retorno, los flujos de efectivo (+ y -) se relacionan por medio de una Tasa de Interés o de Rendimiento. Por lo que una inversión es recomendable si se tiene una Tasa de Rentabilidad mayor que las tasas de interés comerciales o bancarias, lo que comunmente se llama "Costo de Oportunidad". En la actualidad, esta Tasa de Rentabilidad tendrá que ser superior al 50% (Tasa de Interés Bancaria a mediados de 1982 superior al 50% de rendimiento anual) .

Si además de considerar la confiabilidad de una inversión, se tienen amplias perspectivas de beneficios económicos y sociales, se puede concluir que la construcción de una Planta Azucarera es además de factible, inaplazable.

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES .

1. La Industria Azucarera es una de las actividades que industrializan productos agrícolas de primera necesidad, y se distingue de otras, porque nace y se transforma en el campo y propicia Polos de Desarrollo Industrial que utilizan Mano de Obra constante Agrícola y Fabril, ayudando así a la descentralización económica del País .

2. Lo anterior coloca a esta Industria en un plano de primera importancia dentro de la estructura de la Economía Nacional, requiriendo de una atención especial en todos los aspectos que la integran. Por lo que es necesario impulsar a esta Industria para lograr, primero la autosuficiencia, no solamente en el consumo interno de Azúcar sino también de los demás productos derivados de la Caña de Azúcar (Alcohol, Miel, etc.), y después crear remanentes exportables para obtener divisas y así compensar en su medida, los efectos de una Balanza de Pagos negativa, y para sostener una Balanza Comercial de productos agroindustriales favorable .

3. Es de hacerse notar la amplitud de Recursos Naturales y Humanos con que el País cuenta, y si a esto se

agrega la gran experiencia adquirida a través del desarrollo de esta Industria, se ve factible su rápida recuperación .

4. El Plan Integral de Desarrollo de la Industria Azucarera debe ser revisado, ya que no le dá toda la atención que merece a la rehabilitación y reestructuración del Campo Cañero. Se ha observado que el riesgo más representativo al que se enfrenta el desarrollo de esta Industria, proviene del campo, de ahí - que es de recomendarse que no se ahorren esfuerzos - para que éste sea debidamente trabajado .

5. La importancia de una Planeación adecuada radica en el hecho de tomar en cuenta cada vez el mayor número de factores para racionalizar los Recursos y obtener los Resultados esperados. Es por esto que cada uno de los factores que influyen en la productividad de un Ingenio Azucarero (y en cualquier otro tipo de obras) han de ser diagnosticados mediante estudios específicos .

6. El empleo del Método de la Ruta Crítica en la construcción de Ingenios Azucareros, resulta de gran utilidad ya que presenta grandes ventajas en el Manejo

y Control de la gran diversidad de actividades necesarias en este tipo de obras, dando por resultado el mejor aprovechamiento de los Recursos .

Dicho Manejo y Control de Actividades se facilita - aún más , si se utilizan Sistemas Computarizados que brindan un reporte rápido y fácil del estado en que se encuentra la obra .

7. Si además de considerar la confiabilidad de una inversión, se tienen amplias perspectivas de beneficios económicos y sociales, se puede concluir que la construcción del Ingenio Azucarero es además de factible, muy recomendable .

B I B L I O G R A F I A

- Comisión Nacional de la Industria Azucarera, "Plan Integral de Desarrollo de la Industria Azucarera" , 1980 .
- Comisión Nacional de la Industria Azucarera, "Zonas Cañeras Factibles para el Desarrollo Azucarero del País" .
- Compañía Editorial del Manual Azucarero, S.A. "Manual Azucarero Mexicano 1982", XXV Edición .
- De Garmo E. Paul, Canada John R., "Ingeniería Económica" Editorial CECSA .
- Secretaría de Programación y Presupuesto, "Plan Global de Desarrollo 1980 - 1982" .
- Suárez Salazar Carlos, "Costo y Tiempo en Edificación", Editorial LIMUSA .
- U.N.P.A.S.A. , C.N.I.A. , " Estadísticas Azucareras 1980 " .