

**Universidad Nacional de Ingeniería**

**Facultad de Ingeniería Mecánica**



**Estudio del Equipamiento del Sistema de  
Generación de Energía Eléctrica de la  
Ciudad de Pucallpa**

**T E S I S**

**Para Optar el Título Profesional de**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**JAIME ERNESTO PEZO PEREZ**

**Promoción - 1982 - I**

**L i m a - P e r ú**

**1986**

INDICE

	Pağ
PROLOGO .....	
CAPITULO I.- <u>INTRODUCCION</u> .....	1
1.1 Objetivo del Estudio .....	2
1.2 Alcance del Estudio .....	2
1.3 Período de Estudio .....	2
CAPITULO II.- ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA	
2.1 Metodología para el pronóstico del Mercado Eléctrico ..	3
2.2 Datos Censales .....	6
2.3 Proyección de la población .....	6
2.3.1 Método de las diferencias finitas .....	7
2.3.2 Método de las tasas intercensales .....	8
2.3.2.1 Fenómeno migracional .....	9
2.4 Valores de la población adoptados para el período de estudio .....	10
2.4.1 Valores de población con análisis propios .....	10
2.4.2 Valores de población según Overseas .....	12
2.5 Recopilación de información y realidad socio-economi - ca .....	17
2.5.1 Elaboración de encuestas de campo .....	17
2.5.2 Aspectos Metodológicos (Sector Doméstico) .....	18

	Pág.
2.6 Resultados de las encuestas de campo .....	22
2.6.1 Sector doméstico .....	22
2.6.2 Sector comercial .....	32
2.6.3 Sector industrial .....	35
2.7 Infraestructura urbana .....	37
2.7.1 Principales actividades económicas .....	40
2.7.2 Planes de desarrollo .....	43
2.8 Estudio de demanda .....	45
2.8.1 Determinación de la potencia de máxima demanda y consumo de energía en base a los registros históricos .....	45
2.8.1.1 Registros históricos .....	46
2.8.1.2 Determinación de las curvas de ajuste.	50
2.8.2 Proyección de la demanda de energía eléctrica considerando los registros históricos .....	55
2.8.2.1 Análisis de los Resultados .....	59
2.8.3 Determinación de la potencia de máxima demanda y consumo de energía en base al análisis secto- rial .....	60
2.8.3.1 Sector residencial .....	61
2.8.3.1.1 Determinación de la máxima demanda residencial por cla- ses .....	67
2.8.3.2 Sector alumbrado público .....	70
2.8.3.3 Sector comercial .....	72
2.8.3.4 Sector industrial .....	76
2.8.3.5 Sector cargas especiales .....	80

	Pág.
2.8.3.6 Demanda global para fines de 1982 ....	81
2.8.3.7 Demanda real año 1982 .....	84
CAPITULO III.- OFERTA DE POTENCIA Y ENERGIA .....	86
3.1 Energía y potencia a fines de 1982 .....	89
3.1.1 Máxima demanda mes a mes - año 1982 .....	89
3.1.2 Sistema interconectado .....	91
CAPITULO IV .- PROYECCION DE LA DEMANDA PARA EL PERIODO DE ESTUDIO	
4.1 Proyección de la demanda según análisis propios .....	92
4.2 Proyección para el sistema interconectado .....	99
4.3 Proyección de la demanda según el proyecto de energía eléctrica en el Perú .....	100
CAPITULO V.- <u>PROGRAMA DE EQUIPAMIENTO</u> .....	104
5.1 Criterios para la selección de grupos .....	105
5.2 Análisis de los grupos .....	108
5.2.1 Análisis del grupo más recomendable .....	108
5.2.2 Vidal útil estimada de los grupos .....	108
5.3 Alternativas para el programa de equipamiento .....	109
CAPITULO VI.- <u>ANALISIS ECONOMICO O DEL ESTUDIO</u>	
6.1 Centrales Diesel Eléctricas.....	113
6.1.1 Desembolsos Diesel .....	118
6.1.2 Costos de operación y mantenimiento - Unidades Diesel .....	119
6.2 Centrales Eléctricas a Vapor .....	121

	Pág.
6.2.1 Cuadro de Desembolsos - Turbina a Vapor .....	124
6.2.2 Costos anuales de operación y mantenimiento en turbinas a vapor .....	125
6.2.3 Costo de combustible en turbinas a vapor .....	126
6.3 Costos de Operación y Mantenimiento .....	127
6.4 Alternativa de costo en el programa de equipamiento ....	130
6.5 Alternativa recomendable .....	136
CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES.....	141
BIBLIOGRAFIA.....	143
APENDICE	
PLANOS	

## PROLOGO

Con el firme deseo de hacer énfasis en el análisis de la problemática energética de la ciudad de Pucallpa, surgieron inmediatamente las preguntas concernientes al método de presentación correspondiente, la contestación fue: primeramente se intenta obtener una solución analítica del problema empleando los registros históricos, si esto no se logra, se emplean los datos de campo, como son: Encuestas, mediciones, etc., de tal forma que la información obtenida pueda rendirle la máxima utilidad.

Estos pasos fundamentales para resolver la problemática energética, motivaron que en el Capítulo I se conocieran los motivos, alcances y objetivos del Estudio.

El Capítulo II, es de gran importancia porque en él realizamos todos los análisis de los registros históricos, y datos de campo, en cuanto al consumo de energía eléctrica.

El Capítulo III, nos mostrará la oferta de potencia instalada y la demanda de energía existente.

En el Capítulo IV, se realizan las proyecciones tanto de los datos de campo como los registros históricos, haciendo un análisis - comparativo entre ambas proyecciones para luego determinar la potencia instalada real a emplearse hasta el año 2000.

El Capítulo V, nos determina el equipamiento por etapas, para

diferentes alternativas de grupos a emplearse.

Finalmente, el análisis económico del estudio determina el costo de inversión, costos de combustible, operación y mantenimiento, con el fin de obtener la potencia requerida necesaria hasta el año 2000, al más bajo costo.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Este estudio se realizó en base a la necesidad de ampliar - la capacidad de generación de energía eléctrica, de las centrales eléctricas existentes en la ciudad de Pucallpa, ubicada en el Departamento de Ucayli.

Esta necesidad surge como consecuencia de la creciente demanda de la energía eléctrica; así como la obligación de prestar - un servicio público de una forma continua y eficiente, para un mejor desarrollo de la ciudad.

El propósito de esta información es servir como base al planamiento de la expansión de sistemas eléctricos locales, y su elaboración se ha hecho a medida de lo necesario para alcanzar las metas.



CAPITULO II  
ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

2.1 Metodología para el Pronóstico del Mercado Eléctrico

Los pasos a seguir para proyectar los requerimientos de electricidad en forma general para grandes y medianas ciudades son las siguientes:

- Pronóstico de población
- Pronóstico del número de viviendas
- Pronóstico del número de abonados domésticos
- Pronóstico del número de abonados comerciales
- Pronóstico del número de abonados industriales
- Pronóstico del consumo unitario doméstico y alumbrado público y consumo neto doméstico y alumbrado público
- Pronóstico de consumo unitario comercial y consumo neto comercial
- Pronóstico del consumo neto industrial
- Pronóstico del consumo neto total
- Pronóstico del consumo bruto total
- Pronóstico de máxima demanda.

Todos estos análisis se irán presentando en el desarrollo del estudio.

Para una mejor visión del proyecto, a continuación presenta-

remos el diagrama de procedimientos, representado en el gráfico N° 1.

Este diagrama de procedimientos nos sirve además para proyectar las ventas de energía por sectores de consumo para las ciudades.

Para el estudio de la demanda de energía eléctrica, fue necesario entonces hacer en forma previa un estudio demográfico de la zona, en base a las informaciones que se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadística (INE), referente a los censos efectuados en los años de 1940, 1961, 1972, y un censo a nivel de información el año de 1981.

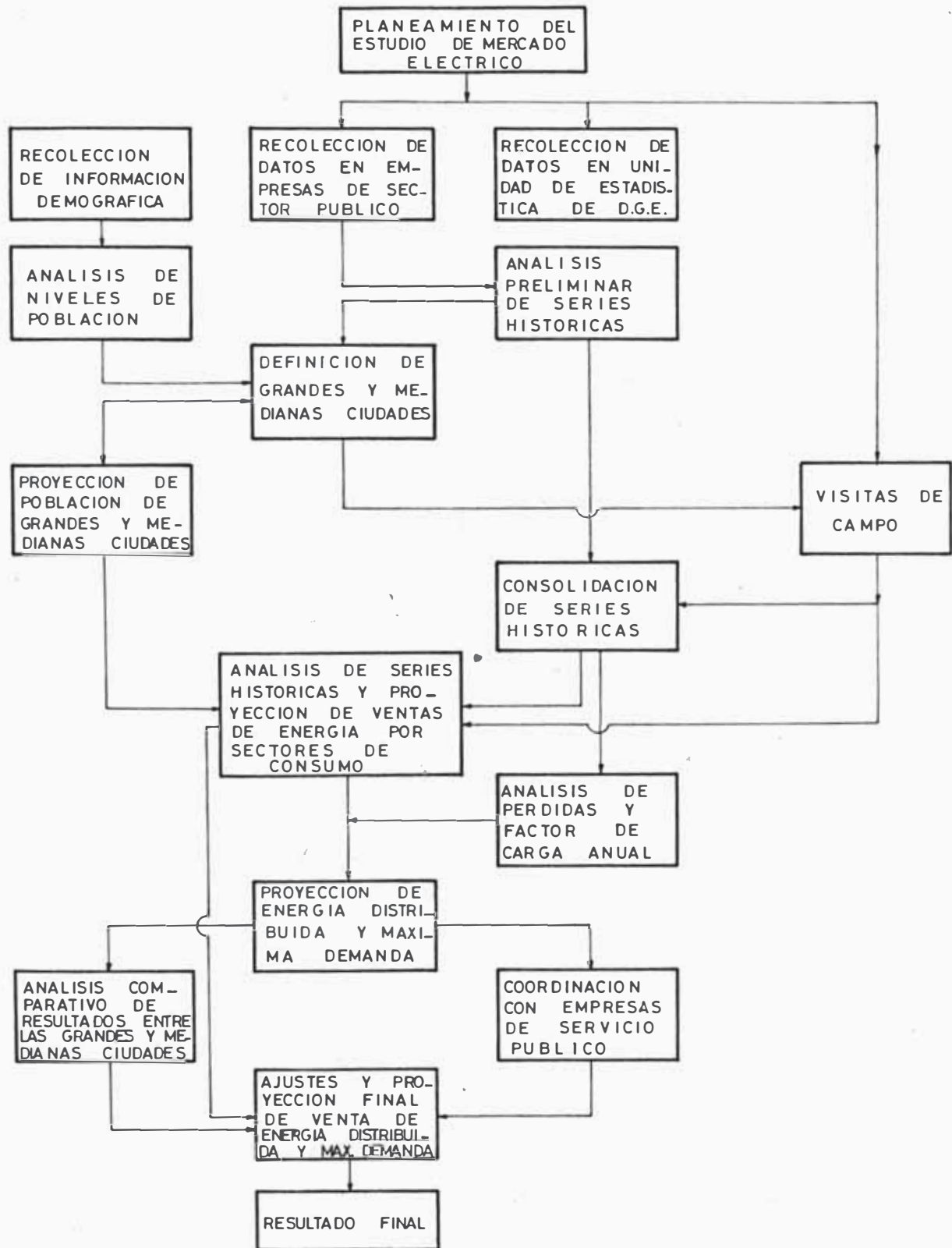
También se recopiló información referente a la infraestructura urbana del sector vivienda y construcción, planes y proyectos de desarrollo de las oficinas departamentales de planificación del Departamento de Ucayali.

De igual forma se elaboraron encuestas de campo en cuanto al consumo eléctrico, con el fin de obtener información en forma directa, para lo cual se llevó a cabo tomando muestras de la población, y por último se obtuvieron registros históricos de demanda de energía eléctrica del Ministerio de Energía y Minas (M.E.M.) Lima, como también algunas informaciones de Electroperú sede en Pucallpa, con el fin de hacer un análisis que nos den un buen resultado.

Asi mismo realizar un análisis comparativo con el proyecto de Energía Eléctrica del Perú, realizado por la Montreal Engineering (OVERSEAS) Limited.

**GRAFICO Nº 1**

**DIA GRAMA DE PROCEDIMIENTOS  
PROYECCION DEL MERCADO ELECTRICO DE  
GRANDES Y MEDIANAS CIUDADES**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA-ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

## 2.2 Datos Censales

De acuerdo a los censos realizados, la población urbana de la ciudad de Pucallpa es la siguiente:

TABLA N° 1  
POBLACION URBANA (PUCALLPA)

Años	1940	1961	1972	1981
Población	2,368	26,391	57,933	91,953

Teniendo en cuenta esta información es necesario tener los valores de las tasas medias para los períodos intercensales, toda vez que nos representa el promedio de crecimiento de la población para un determinado período.

TABLA N° 2  
TASAS MEDIAS PARA LOS PERIODOS INTERCENSALES (%)

Período	1940-61	1961-72	1972-81
Tasa media	12.2	7.5	5.2

## 2.3 Proyección de la población

Para llevar a cabo el estudio es necesario contar con la población para el año cero, que se ha supuesto en nuestro caso 1982, hasta el año 2000, para lo cual usaremos dos métodos de proyecciones de población, obteniéndose de ella un valor intermedio que nos aproxime más a la realidad, que son los siguientes:

A) Método de las diferencias finitas

B) Método de las tasas intercensales.

### 2.3.1 Método de las diferencias finitas

Este método es usado por el INE, que para su aplicación se tienen tres puntos en el tiempo que corresponden a los tres años censales para cada ámbito territorial.

En este caso la ecuación tiene la siguiente expresión:

$$Y_n = A_0 + A_1 (X_n - X_0) + A_2 (X_n - X_0) (X_n - X_1)$$

Siendo los valores:

$$A_1 = \frac{Y_1 - A_0}{X_1 - X_0}$$

$$A_2 = \frac{(Y_2 - A_0) - (X_2 - X_0) A_1}{(X_2 - X_0) (X_2 - X_1)}$$

En el caso específico de la proyección de los conglomerados los elementos de la expresión toman los siguientes valores:

$A_0$  = Población en el año 1940

$X_n$  = Año de proyección, variable de 1973 - 2000

$X_0$  = 1940

$X_1$  = 1961

$X_2$  = 1972

$Y_1$  = Población en 1961

$Y_2$  = Población en 1972

Para usar este método la tasa de crecimiento debe ser por arriba de 1.5 por ciento anual para las zonas urbanas y mayor de 1.0 por ciento anual para provincias.

### 2.3.2 Método de las tasas intercensales

Para aplicar el método de las tasas intercensales aplicaremos la conocida expresión de matemática financiera

$$V_F = V_P (1 + i)^n$$

donde:

$V_F$  = Valor final

$V_P$  = Valor presente

$i$  = Tasa de interés

$n$  = N° de períodos de tiempo sobre el que se aplica dicho interés.

Para nuestro caso podemos hacer la equivalencia correspondiente.

$V_F \leftrightarrow P_y$  (Población en el año  $y$ )

$V_P \leftrightarrow P_x$  (Población en el año  $x$ )

$i$  (Tasa de crecimiento medio anual %)

$n \leftrightarrow (y-x)$  N° de años considerados

$y \geq x$

Con lo cual obtenemos:

$$P_y = P_x (1 + i)^{(y-x)}$$

Como quiera que las tasas de crecimiento medio anuales tienen mucha variación en los períodos intercensales,

haremos una proyección de las tasas medias intercensales, previamente analizando el fenómeno migracional.

### 2.3.2.1 Fenómeno migracional

Condición de migración según el censo 1981 (últimos cinco años)

No migrante .....	86.8%
Inmigrantes internos .....	11.6%
Inmigrantes extranjeros .....	0.2%
No especificado .....	1.4%

a) NO MIGRANTE: Definido como tales a aquellas personas que declaran residir en 1976 en el Departamento de Ucayali, y en 1981 fueron censados ese mismo año.

b) INMIGRANTES INTERNOS: Definiéndose así al conjunto de personas que en 1981 fueron empadronados en Ucayali, pero que cinco años antes residieron en otros Departamentos.

Los inmigrantes llegaron de acuerdo al siguiente porcentaje:

Loreto .....	32.5%
Lima y Callao .....	30.4%
Huánuco .....	12.3%
San Martín .....	8.2%
Junín .....	4.2%
La Libertad .....	2.0%
Ica .....	1.7%

Como puede verse, el fenómeno migratorio tiende a ser cada vez mayor, puesto que los recursos naturales de la selva aún se encuentran intactas, aparte de esto el crecimiento de la zona urbana va siendo cada vez mayor, como consecuencia de esto es necesario realizar un plan de electrificación de los pueblos jóvenes de Pucallpa.

Considerando un crecimiento moderado de la población podemos asumir la tasa media intercensal de 5.2% desde el año de 1981 hasta el año de 1990, y a partir del año 1991 hasta el año 2000 consideraremos una tasa intercensal del 8% que nos representaría una tasa media intercensal del 4.1%, puesto que la tendencia de las variaciones intercensales tiende a disminuir, haciendo estas consideraciones realizaremos las proyecciones.

## 2.4 Valores de la población adoptados para el período de estudio

### 2.4.1 Valores de población con análisis propios

Como el crecimiento poblacional está sujeto a muchos factores económicos y de desarrollo, estos factores hacen que varíen los períodos intercensales, como en el caso de la ciudad de Pucallpa donde el incremento poblacional es variado, y el decremento de la tasa de crecimiento es significativo en los períodos intercensales, con una tendencia a mantenerse casi constante en los años subsiguientes.

A continuación mostraremos la tabla N° 3 de proyección de la población con su respectivo gráfico.



TABLA Nº 3  
PROYECCIÓN DE LA POBLACION - CIUDAD DE PUCALLPA  
(Análisis propios)

Año	Método de las tasas intercensales		Método de las dif. finitas	Promedio
	Tasa	Población	Población	Población
1981	5.2	91,953	91,959	91,956
1982	5.2	96,734	96,338	96,536
1983	5.2	101,764	100,821	101,293
1984	5.2	107,056	105,409	106,235
1985	5.2	112,623	110,101	111,362
1986	5.2	118,479	114,898	116,689
1987	5.2	124,640	119,799	122,220
1988	5.2	131,122	124,805	127,964
1989	5.2	137,940	129,915	133,928
1990	5.2	145,113	135,130	140,122
1991	4.1	151,062	140,449	145,756
1992	4.1	157,256	145,872	151,564
1993	4.1	163,703	151,401	157,552
1994	4.1	170,415	157,033	163,724
1995	4.1	177,402	162,770	170,086
1996	4.1	184,676	168,612	176,644
1997	4.1	192,248	174,557	183,403
1998	4.1	200,130	180,608	190,369
1999	4.1	208,335	186,762	197,549
2000	4.1	216,877	193,022	204,950

#### 2.4.2 Valores de población según Overseas

Estos valores de población son estudios realizados a nivel nacional por: Montreal Engineering Limited, en el proyecto de energía eléctrica en el Perú; realizado en el año 1979, y que nos sirve como punto de comparación con los análisis propios realizados, los resultados mostraremos en la Tabla N° 4, en la tabla N° 5 tendremos la proyección promedio de la población para la ciudad de Pucallpa.

TABLA Nº 4

PROYECCION DE LA POBLACION - CIUDAD DE PUCALLPA  
(Montreal Engineering Limited)

Año	Tasa Anual	Población
1975	5.7	68,800
1976	5.6	72,640
1977	5.4	76,580
1978	5.3	80,630
1979	5.2	84,790
1980	5.0	89,060
1981	4.9	93,440
1982	4.8	97,920
1983	4.7	102,500
1984	4.6	107,210
1985	4.5	112,000
1986	4.4	116,900
1987	4.3	121,900
1988	4.3	127,100
1989	4.3	132,300
1990	4.1	137,700
1991	4.0	143,100
1992	4.0	148,700
1993	3.9	154,300
1994	3.8	160,100
1995	3.7	166,000
1996	3.7	171,900
1997	3.6	178,100
1998	3.5	184,300
1999	3.5	190,600
2000	3.4	197,000

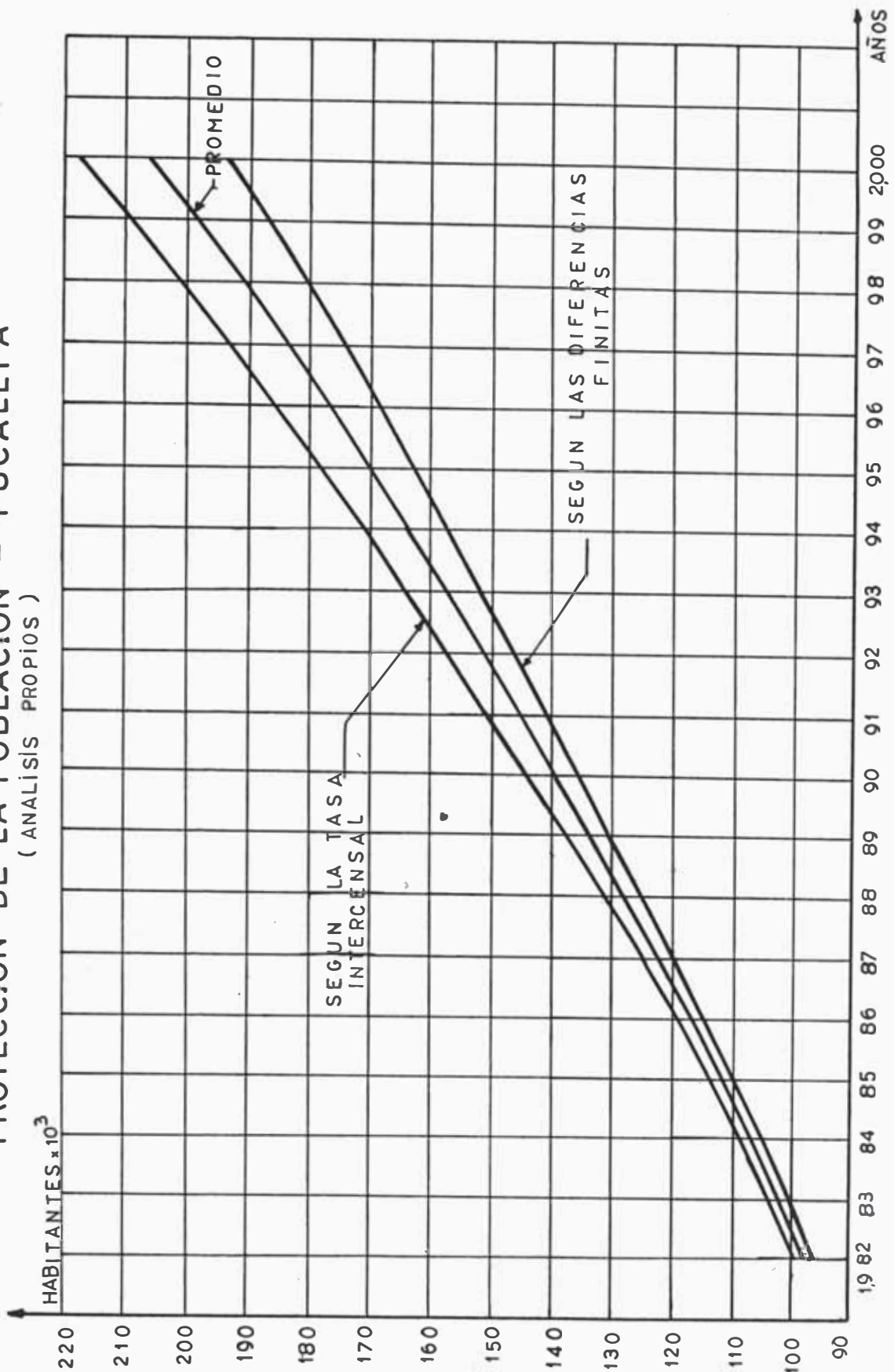
TABLA Nº 5

PROYECCION DE LA POBLACION - CIUDAD DE PUCALLPA

Año	Población con análisis propios	Población según OVERSEAS	Población Promedio
1981	91,956	93,440	92,698
1982	96,536	97,920	97,228
1983	101,293	102,500	101,896
1984	106,235	107,210	106,723
1985	111,362	112,000	111,681
1986	116,639	116,900	116,795
1987	122,220	121,900	122,060
1988	127,964	127,900	127,932
1989	133,928	132,300	133,114
1990	140,122	137,700	138,911
1991	145,756	143,100	144,428
1992	151,564	148,700	150,132
1993	157,552	154,300	155,926
1994	163,724	160,100	161,912
1995	170,086	166,000	168,043
1996	176,644	171,900	174,272
1997	183,403	178,100	180,751
1998	190,369	184,300	187,335
1999	197,549	190,600	194,074
2000	204,950	197,000	200,975

Promedio que nos servirá para llevar a cabo nuestro estudio del equipamiento energético para la ciudad de Pucallpa; lo cual mostraremos en el gráfico Nº 3.

**GRAFICO G-2**  
**PROYECCION DE LA POBLACION - PUCALLPA**  
 (ANALISIS PROPIOS)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION  
 D ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

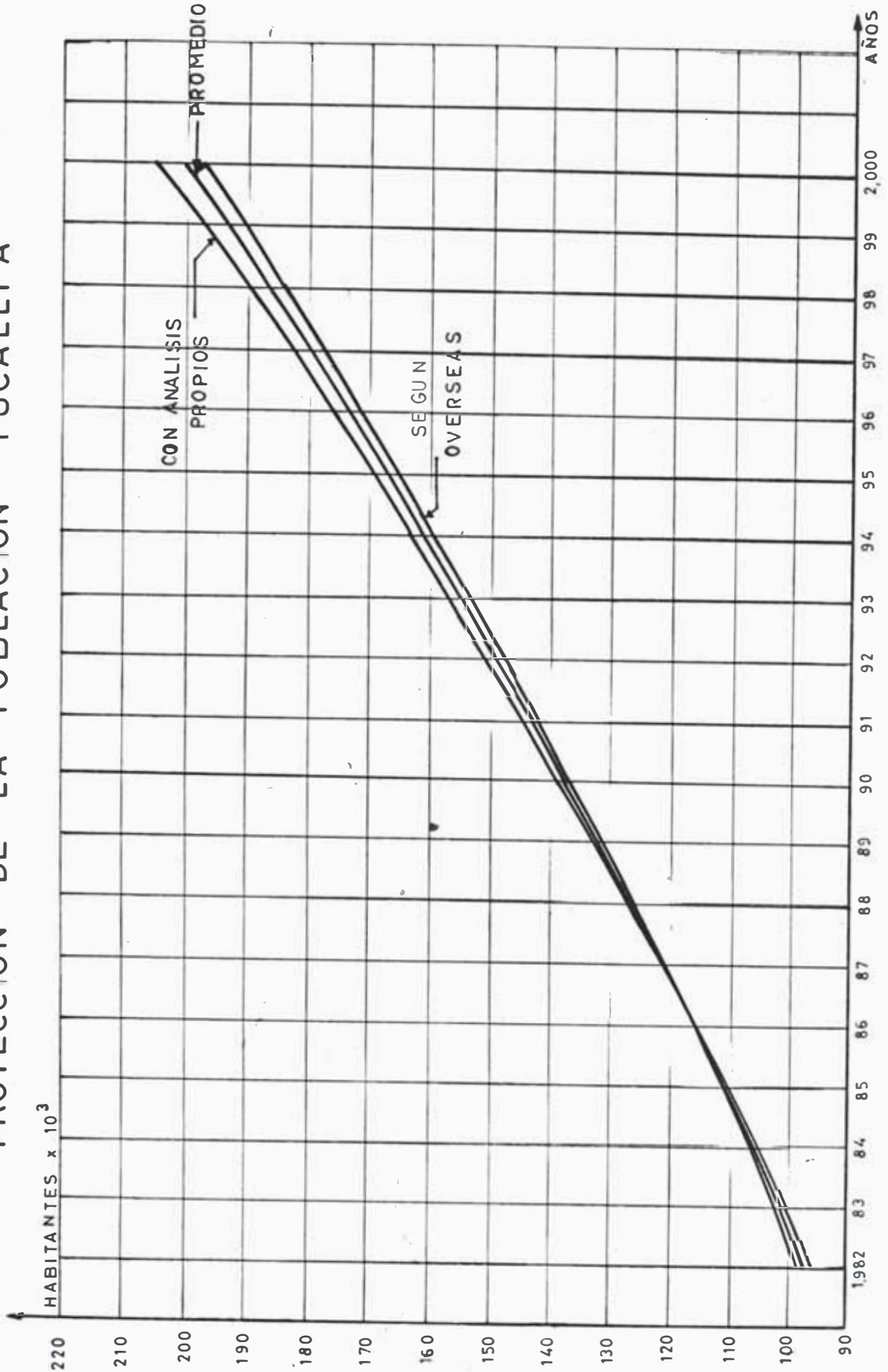
INGENIERIA

MECANICA, ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

GRAFICO G-3  
 PROYECCION DE LA POBLACION - PUCALLPA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

## 2.5 Recopilación de Información y realidad socio-económica

Con el objeto de obtener la información en forma directa de la población se realizó un muestreo de la ciudad de Pucallpa, abarcando netamente la zona urbana, con la finalidad de encontrar variables y parámetros que permitan establecer las bases para determinar la potencia de máxima demanda y consumo de energía eléctrica; llevándose a cabo esto mediante el análisis sectorial.

Para dicho fin se elaboraron 3 tipos de encuestas destinadas a los sectores domésticos, comercial e industrial.

### 2.5.1 Elaboración de encuestas de campo

La elaboración de las encuestas se realizó con el fin de obtener la información necesaria lo más completa posible, y de la forma más sencilla, para lo cual la elaboración de los diferentes tipos de encuestas, es destinada al sector doméstico, comercial e industrial.

Las encuestas son realizadas en formatos que nos permitan obtener las informaciones de consumo de energía y potencias instaladas, con el fin de evaluar hasta qué porcentaje de energía se requiere en la actualidad, y así poder hacer las respectivas proyecciones; estas informaciones de las encuestas nos permitirán además obtener datos para la elaboración de gráficos y tablas que presentaremos en el estudio.

Los modelos de las encuestas se encuentran en el apéndice A.

## 2.5.2 Aspectos Metodológicos (Sector doméstico)

### A) Población investigada

La población investigada la constituyen todos los hogares del área urbana de la ciudad de Pucallpa, pertenecientes a los niveles socio-económicos : alto/medio y bajo/muy bajo.

Para realizar estos niveles socio económicos, hicimos la siguiente consideración: alto/medio, perteneciente al sector céntrico de la población, y el nivel bajo/muy bajo a las viviendas que se encuentran en los alrededores de la ciudad.

### B) Tamaño y diseño de la muestra según N.S.E.

Para el logro de los objetivos planteados, se tomó una muestra de 530 hogares, y 70 hogares pertenecientes a una zona flotante (muy bajo) cuya distribución según N.S.E. es la siguiente:

alto/medio	210
bajo	320
Muy bajo (flotante)	<u>70</u>
	600

Esta muestra asegura un nivel de confiabilidad de 95.5%, dándonos un error máximo de  $\pm 4\%$ , según la tabla que a continuación se muestra, en la determinación del tamaño de la muestra.

Esta tabla nos determina la muestra sacada de una población finita, para márgenes de error de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 10%, en la hipótesis de  $p = 50\%$ .



p proporción (en porcentajes) de los elementos portadores del carácter considerado. Si  $p$  es  $>50\%$  la muestra necesaria es más pequeña.

NOTA.- Cuando no se indica, la cifra significa que la muestra debería tener una amplitud superior a la mitad de la población, lo que equivaldría extender la encuesta al total de la población misma.

TABLA Nº 6

TABLA PARA LA DETERMINACION DE UNA MUESTRA

Amplitud de la población	Margen de confianza del 95.5% Amplitud de la muestra para márgenes de error indicados					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
500					222	83
1,000				385	286	91
1,500			638	411	316	94
2,000			714	476	333	95
2,500		1,250	760	500	345	96
3,000		1,364	811	517	353	97
3,500		1,458	843	530	359	97
4,000		1,538	870	541	364	98
4,500		1,607	891	519	367	98
5,000		1,667	909	556	370	98
6,000		1,765	938	566	375	98
7,000		1,842	949	574	378	99
8,000		1,905	976	580	381	99
9,000		1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,270	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100
∞	10,000	2,500	1,111	625	400	100

FUENTE: Arkin y Colton. Tables for statisticians.

C) Técnica de la investigación

El procedimiento seguido es el siguiente:

- 1º.- Se dividió la ciudad en 15 zonas de aproximadamente el mismo número de viviendas.
- 2º.- Se determinó aproximadamente el nivel socio-económico de los habitantes por zonas, de los cuales se obtuvo 5 zonas del nivel socio-económico alto/medio y 10 zonas de nivel socio-económico bajo/muy bajo.
- 3º.- En cada zona se ubicaron 4 manzanas al azar convenientemente dispersados los cuales serían los encuestados; en cada vivienda se encuestó 10 viviendas también al azar.
- 4º.- Concluido el paso anterior, se llevó a cabo una capacitación del personal en realizar dichas encuestas, para que pueda tener esto un grado de confiabilidad aceptable; finalmente ser supervisado por el interesado.

De las encuestas realizadas arrojaron los siguientes resultados:

En el sector alto/medio, se llevó a cabo 210 encuestas de los cuales 202 poseían servicio de electricidad y 8 no lo poseían.

En el sector bajo/muy bajo se realizó 320 encuestas de los cuales 113 poseían servicio de electricidad y 207 no lo poseían, esta deficiencia es a causa de que se realizó encuestas en los pueblos jóvenes que no cuentan con este servicio, 70 encuestas

en una zona donde carecen de todo servicio.

A continuación se mostrarán las tablas de los datos procesados.

## 2.6 Resultados de las encuestas de campo

### 2.6.1 Sector doméstico

TABLA N° 7

DISTRIBUCION DE HABITANTES POR VIVIENDA SEGUN LAS ENCUESTAS

Nº de personas por vivienda	Con Elect.	Sin Elect.	Nº Viviendas	%
De 1 a 2	12	6	18	3.4
3 a 4	52	47	99	18.7
5 a 6	107	62	169	31.9
7 a 8	71	50	121	22.8
más de 8	73	50	123	23.2
Total	315	215	530	100.0%

El promedio de personas por vivienda, podemos considerar de 6 personas, esto lo podemos comparar con los censos realizados en el año 1981.

DISTRIBUCION DE HABITANTES POR VIVIENDA  
SEGUN EL CENSO DE 1981

Tipo de Vivienda	Vivienda particular	Hab/Viv.
Casa independiente	97.26 %	6.1
Dpto. en edificio	0.04	2.9
Vivienda en quinta	0.27	4.3
Vivienda improvisada	1.49	4.3

Datos según el censo del 12 de julio de 1982.

Con respecto al número de cuartos por vivienda que en cierto sentido refleja las necesidades de iluminación, lo mostraremos en el siguiente cuadro.

TABLA N° 8  
NUMERO DE CUARTOS POR VIVIENDA

N° Cuartos	Con electr.	Sin electricidad	N° Viviendas	%
De 1 a 2	99	98	197	37.2
3 a 4	167	104	271	51.1
5 a 6	37	12	49	9.3
7 a 8	7	1	8	1.5
más de 8	5	-	5	0.9
Total	315	215	530	100.0%

\* Cuarto sin contar sala comedor.

Esto nos indica que las viviendas en su mayor porcentaje tienen como máximo 4 cuartos, siendo el promedio de 3 cuartos por vivienda

La potencia instalada conformada por lámparas y artefactos electrodomésticos para la ciudad de Pucallpa, tendremos la siguiente distribución, en la siguiente tabla:

TABLA N° 9  
POTENCIA INSTALADA POR VIVIENDA  
(Ciudad de Pucallpa)

Potencia instalada (Wattios)	N° Viviendas	%
Hasta 500	34	10.8
501 a 1,000	13	4.1
1,001 a 1,500	1	0.3
1,501 a 2,000	79	25.1
2,001 a 2,500	94	29.8
2,501 a 3,000	51	16.2
3,001 a 3,500	24	7.6
3,501 a 4,000	7	2.2
4,001 a 5,000	4	1.3
5,001 a 10,000	5	1.6
más de 10,000	3	1.0
Total	315	100.0%

Del cuadro podemos observar que existe aproximadamente un 15% de usuarios que no usan plancha eléctrica, pero si plancha a carbón, esto debido a las deficiencias en el sistema eléctrico; pudiéndose apreciar que existe un promedio de 2,500 wats por vivienda.

La potencia a ser adquirida en el futuro, es básicamente mediante la adquisición de artefactos eléctricos, que lo reflejamos en la siguiente tabla:

TABLA Nº 10  
POTENCIA A SER ADQUIRIDA EN UN  
FUTURO CERCANO

Potencia en (Wattios)	Nº Viviendas	Total %
0	223	70.8
50 - 200	52	16.5
201 - 500	37	11.7
501 - 1,000	2	0.6
1,001 - 2,000	1	0.4
más de 2,000	-	-
Total	315	100.0%

Puede apreciarse que las familias no tienen mucho interés en adquirir nuevos artefactos, esto se debe básicamente a que la mayoría de las familias ya cuentan con lo necesario.

Otro de los rubros a considerarse es el ingreso por vivienda, con la finalidad de ver si es que pueden contar con el servicio de electricidad, esto lo apreciamos en la siguiente tabla:

TABLA N° 11

DISTRIBUCION DE INGRESOS POR VIVIENDA

Ingreso por vivienda (miles S/.)	N° Viviendas	%
Hasta 50	14	3.6
50 - 100	103	26.8
101 - 150	118	30.6
151 - 200	79	20.6
201 - 250	18	4.7
251 - 300	27	7.0
301 - 400	17	4.4
más de 400	9	2.3
Total	385	100.0%

Solamente se logró obtener un porcentaje regular en cuanto a esta pregunta, ya que algunos se abstuvieron.



El gasto por consumo de energía eléctrica en la ciudad de Pu  
callpa se muestra en la siguiente tabla:

TABLA N° 12  
GASTO DE ENERGIA ELECTRICA

Gasto de energía eléctrica (soles)	N° usuarios	%
Hasta 1,000	23	7.3
1,001 a 2,000	28	8.9
2,001 a 4,000	84	26.7
4,001 a 7,000	96	30.5
7,001 a 11,000	46	14.6
11,001 a 16,000	22	7.0
16,001 a 22,000	10	3.2
más de 22,000	6	1.8
Total	315	100.0%

El costo del fluido eléctrico representa aproximadamente un 5% del ingreso por familia en promedio.

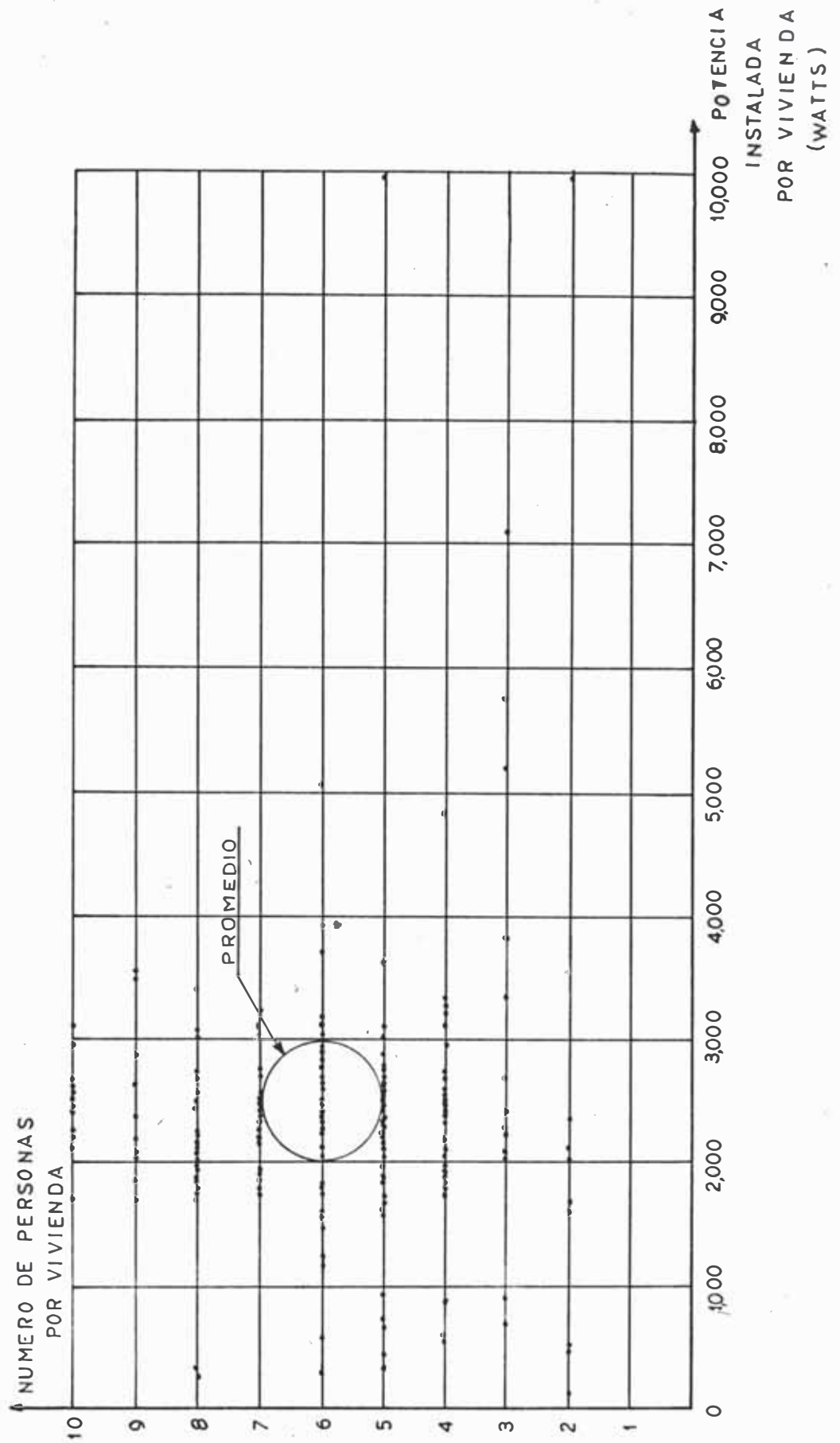
Seguidamente se presentarán 2 gráficos en el que se apreciaránlo siguiente:

El gráfico G-4 nos mostrará la relación que existe entre el número de personas por vivienda y la potencia instalada para la ciudad.

El gráfico G-5 nos muestra el gasto de energía eléctrica y el ingreso por vivienda para la ciudad.

Estos diagramas de dispersión nos indicarán los promedios que podemos considerar.

**GRAFICO G-4**  
**RELACION ENTRE EL NUMERO DE PERSONAS POR**  
**VIVIENDA Y LA POTENCIA INSTALADA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

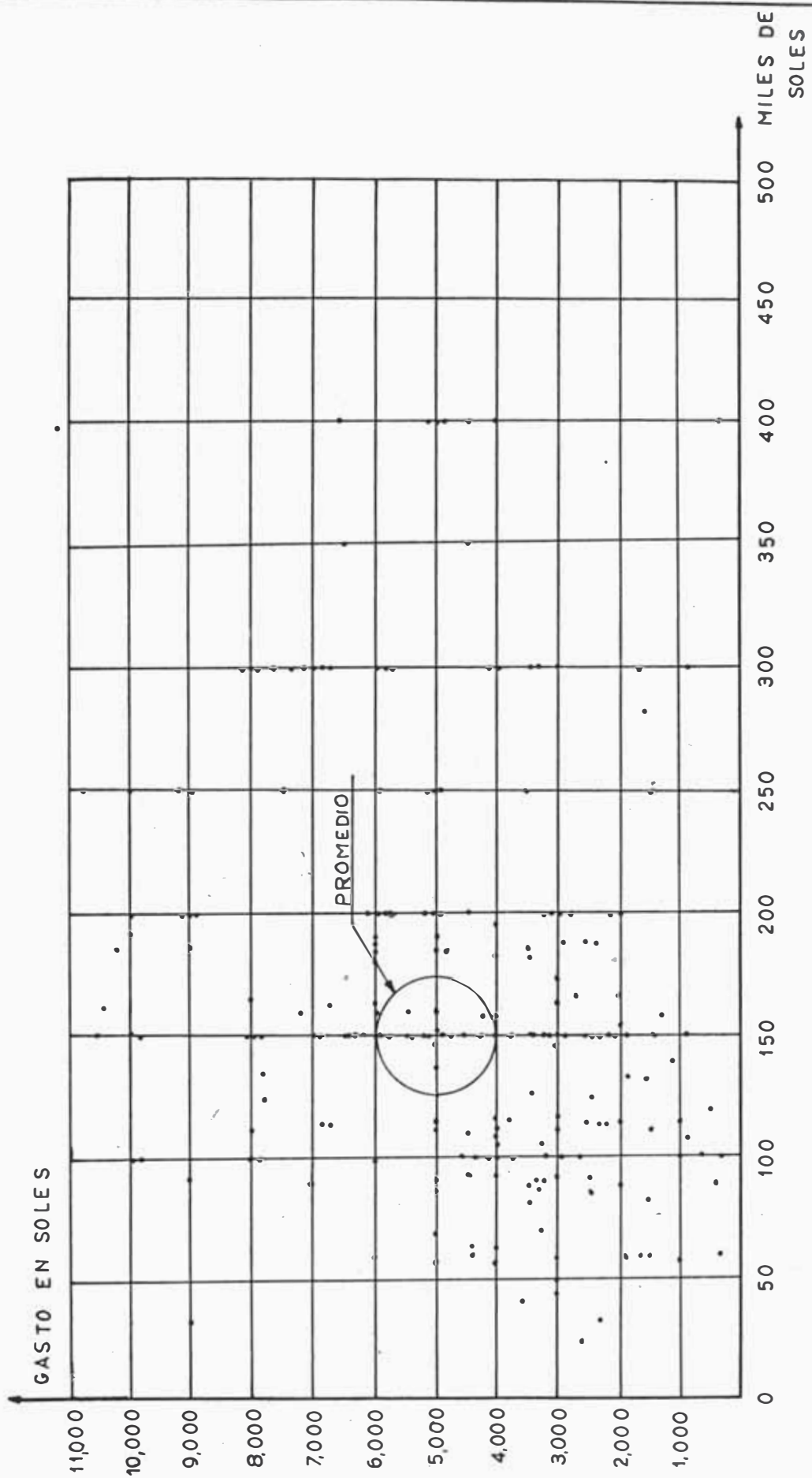
MECANICA ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

GRAFICO G-5

GASTO DE ENERGIA ELECTRICA vs. INGRESO POR FAMILIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA-ELECTRICA

CODIGO

741274 - A

Otra observación importante es el % de artefactos electrodomésticos, donde nos dará una visión del o de los artefactos más utilizados, esto lo podemos ver en la siguiente tabla:

TABLA N° 13  
PORCENTAJE DE USO DE ARTEFACTOS ELECTRODOMESTICOS

Artefacto	% uso
Plancha .....	78
Refrigeradora .....	66
Ventilador .....	56
Licuadaora .....	55
T.V. blanco/negro .....	54
Radio .....	41
Equipo estereo .....	26
T.V. color .....	17
Radio grabadora .....	16
Máquina de coser eléctrica .....	13
Lavadora .....	9
Secadora de pelo .....	3
Cocina eléctrica .....	1
Aspiradora lustradora .....	1
Secadora de ropa .....	1
Tocadisco.....	1
Aire acondicionado .....	1
Horno eléctrico .....	1
Batidora .....	1

Muestra sacada de un total de 245 viviendas que contaban con fluído eléctrico.

La tabla N° 14 nos mostrará las horas de mayor consumo de energía eléctrica.

TABLA N° 14

HORAS DE MAYOR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA

Horas	% energía utilizada
De 17 a 17 h 59'	0.4
18 a 18 h 59'	9.5
19 a 19 h 59'	74.6
20 a 20 h 59'	15.5
Total	100.0 %

Puede apreciarse que las horas de mayor consumo de energía eléctrica se produce a las 19 horas.

### 2.6.2 Sector Comercial

En el sector comercial se tomaron 80 muestras que representan aproximadamente un buen porcentaje de comercios, es decir que nos dará un buen resultado, lo mostramos en la siguiente tabla:

TABLA N° 15  
LOCALES COMERCIALES ENCUESTADOS

Locales comerciales	N° encuestas
Tiendas .....	28
Bar-Restaurant .....	11
Bodegas .....	11
Ferretería .....	10
Hotel .....	7
Farmacia .....	6
Discoteca .....	3
Cine .....	1
Licorería .....	1
Mueblería .....	1
Optica .....	1
Total	80

Cabe destacar que los locales comerciales en la ciudad de Pucallpa son amplios, a excepción de las bodegas que mayormente son como vivienda-comercio.

De la muestra realizada, la distribución del área techada de los locales comerciales se muestra en la siguiente tabla:

TABLA N° 16  
DISTRIBUCION DE AREA TECHADA DE LOS  
LOCALES COMERCIALES

Area (m <sup>2</sup> )	N° comercios	%
Hasta 50	26	32.5
51 a 100	19	23.7
101 a 150	9	11.3
151 a 200	12	15.0
más de 200	14	17.5
Total	80	100.0

Como se mencionó anteriormente que el área techada de las bodegas son pequeñas, esto se comprueba en la tabla N° 16, puesto que el mayor número de locales encuestados han sido tiendas y bodegas.

En la siguiente tabla mostraremos la potencia instalada en los locales comerciales:

TABLA Nº 17  
DISTRIBUCION DE LA POTENCIA INSTALADA EN LOS  
LOCALES COMERCIALES

Pot. Instalada (wattios)	Nº comercios	%
Hasta 300	7	9
301 a 500	11	14
501 a 1,000	23	29
1,001 a 2,000	25	31
2,001 a 3,000	5	6
3,001 a 5,000	4	5
más de 5,000	5	6
Total	80	100.0

El índice de potencia instalada por  $m^2$  para el sector comercial nos da:  $20.6 w/m^2$ .

Según el código eléctrico del Perú, Ed. 1960, para locales comerciales debemos tener  $20 w/m^2$ .

Quedando establecido que en promedio los locales comerciales de la ciudad de Pucallpa tienen un buen balanceo de alumbrado y toma corrientes.



### 2.6.3 Sector Industrial

En el sector industrial la ciudad de Pucallpa se encuentra en gran apogeo, aparte es la que tendría un gran consumo de electricidad, que no se encuentra satisfecha por las centrales existentes, por tal motivo la mayoría de las industrias cuentan con su propio grupo generador como veremos a continuación:

TABLA Nº 18  
INDUSTRIAS ENCUESTADAS

Industrias	Nº encuestas
Aserradero	10
Reaserradero	20
Parquetera	12
Mueblería	1
Cervecería	1
Total	44

De las industrias encuestadas podemos afirmar que representan el 18.4% del total en la ciudad de Pucallpa según el padrón preliminar de Industria y Turismo-Febrero de 1981; siendo las industrias de mayor incidencia las siguientes:

Aserrío de madera .....	52
Reaserrío de madera .....	60
Fábrica de parquet .....	12
Elaboración de helados y sorbetes .....	17
Fábrica de muebles de madera .....	13
Ebanistería de madera .....	9
Confecciones .....	7 , etc.

La potencia instalada la mostramos en la siguiente tabla:

TABLA N° 19

POTENCIA INSTALADA DE INDUSTRIAS

Actividad Industrial	Pot. Instalada KW	Horario de Trabajo
Aserrío	101	7 a 12 y 14 a 17
Reaserradero	30	7 a 12 y 14 a 17
Parquetera	28	7 a 12 y 14 a 17
Mueblería	52	7 a 12 y 14 a 17
Cervecería	3,280	0 a 24 horas

Cabe destacar que un aserrío tiene mayor potencia instalada que un reaserradero, debido a que cuenta además con máquinas cepilladoras, freseadoras, etc. que dan un mejor acabado a las maderas aserradas.

## 2.7 Infraestructura urbana

La ciudad de Pucallpa, capital del departamento de Ucayali se encuentra situada en la margen izquierda del río Ucayali, a 200 metros sobre el nivel del mar; puerto fluvial más importante de la amazonía central.

El Departamento de Ucayali fue creado por Decreto Ley Nº 23099 del 24 de junio de 1980; tiene como provincia a Coronel Portillo con su capital Pucallpa, y la provincia de Ucayali con su capital Contamana.

La fuerte presión migratoria hacia la ciudad de Pucallpa ha originado incrementos significativos en la población marginal, la misma que motiva mayores exigencias en la demanda de los servicios básicos como son agua, desagüe, alcantarillado, y energía eléctrica, que no puede ser satisfecha por las limitaciones de carácter presupuestal.

Con respecto a las viviendas, existe un elevado número de viviendas que albergan a más de una familia, la oferta de casas para alquiler es insignificante, frente a la creciente demanda, produciéndose especulación en este aspecto.

Dentro del área urbana el 54% de las viviendas tienen servicio de electricidad, el 27% de agua potable y sólo el 10% de desagüe; esta situación es aún más crítica en los pueblos jóvenes donde no existe prácticamente ningún servicio. De acuerdo a las últimas informaciones, se sabe que a mediados del año de 1983 se está realizando la electrificación de varios pueblos jóvenes, ya que se ha

previsto que para 1984 entrará en funcionamiento una nueva central, del mismo modo el servicio de agua y desagüe.

En cuanto a la energía eléctrica la potencia instalada por Electro-Perú es de 10,500 Kw, aproximadamente con una potencia efectiva de 5,700 Kw, y una demanda de energía - mayor de 6,000 Kw, lo que obliga a racionar el servicio - público y domiciliario.

Es por esta razón que la industria privada se autogenera alrededor de 16,000 Kw.

El proyecto de instalación de la central térmica de Yarinacocha con dos turbinas a vapor de 10,000 Kw cada una está prevista para entrar en funcionamiento el año 1984.

En la actualidad (1983) el servicio de electricidad - cuenta con dos centrales térmicas interconectadas a través de una línea de 2.3 Kw. las dos centrales se encuentran - muy próximas, y la potencia instalada en la fecha de inspección (1983) era de:

Localidad	Potencia Instalada Kw	Grupo
Pucallpa	2,500	General Motor (1)
Pucallpa	2,500	General Motor (1)
Pucallpa	2,500	ALCO (1)
Yarinacocha	1,500	ZULZER (2)
Yarinacocha	1,500	ZULZER (2)
Total	10,500 Kw	

(1) Ubicados en la central antigua

(2) Ubicados en la nueva central

Todos los grupos son para un  $\cos \phi = 0.8$

La ciudad de Pucallpa en lo que a viviendas se refiere, tenemos lo siguiente:

Según el censo del año 1972 : 9,838 viviendas

Según el censo del año 1981 : 14,727 viviendas

Esto refleja un aumento de casi un 7.4% anual, y manteniéndose el 97.26 como viviendas particulares.

Respecto a las viviendas particulares según el censo del 12 de julio de 1982 se muestra a continuación:

#### VIVIENDAS PARTICULARES EN 1981

Nombre	Condición	Viviendas Particul.
Pucallpa	Ciudad	10,437
San Alejandro	Caserío	141
San Antonio	Caserío	82
Micaela Bastidas	Pueblo Joven	500
Nuevo Paraíso	Pueblo Joven	301
9 de Octubre	Pueblo Joven	1,773
Bellavista	Pueblo Joven	489
San Fernando	Pueblo Joven	835
Santa Clara	Pueblo Joven	169
Total		14,727

El incremento más sustancial en cuanto a vivienda se refiere se realizó en los últimos años, creándose los Pueblos Jóvenes, que en la actualidad están siendo electrificados (1984).

### 2.7.1 Principales actividades económicas

La base de la estructura socio-económica del Departamento, es la explotación del recurso bosque, específicamente el forestal a pesar de que su aprovechamiento es selectivo, depredador y con el uso de una tecnología tradicional que produce muchos desperdicios.

En la zona existe un gran potencial de recursos naturales renovables y no renovables, que son explotados parcialmente, otros permanecen inmóviles por ignorar su verdadero potencial y no disponer de la tecnología apropiada como también por falta de los recursos económicos necesarios.

Otro recurso que está siendo parcialmente explotado, es la pesca que constituye la base de la dieta alimenticia y principal elemento proteico para el poblador de la zona, de allí la importancia de hacer preservar y explotar las especies adecuadamente.

En cuanto a la calidad de los suelos, predominan suelos propios de zonas tropicales, ácidos, arcillosos poco permeables, pobres en nutrientes y fácil degradación por erosión hídrica, aptos en su mayoría para cultivos forestales, fruticultura tropical y ganadería.

Dentro de esta generalidad es necesario destacar la presencia de subsuelos humíferos de excelente calidad y uso temporal, barrizales que se encuentran ubicados a las orillas de los ríos más importantes y su disponibilidad es de 7 meses al año aproximadamente, aprovechado básicamente para el sembrío del arroz.

Entre los recursos no renovables tenemos el petróleo que

es producido por dos campos que están en fase de agotamiento, Maquía ubicado en la provincia de Ucayali y aguas calientes, ubicado en el río Pachitea cuya producción se procesa en la refinería de Pucallpa.

En el área de Aguaytía, se encuentra una de las reservas de gas natural más importante del país, con un potencial estimado en 535 millones de pies cúbicos, faltando determinar su potencial real y su posterior uso; esto daría trabajo a muchos pobladores de la ciudad.

En la minería contamos con oro, en los lavaderos de las cuencas de los ríos Pachitea y Aguaytía que ocupa la mano de obra en estas zonas.

Entre las sustancias no metálicas merece mencionar por su cantidad y calidad las arcillas que son utilizadas para la fabricación de ladrillos y artesanía en pequeña cantidad. Además existen importantes canteras de agregados de piedra que son empleados en la industria de la construcción local y se exporta a la zona de Iquitos.

En el área de los contrafuertes de la cordillera Oriental, existen importantes yacimientos de caliza, en cantidad tal que es necesario en el mediano plazo empezar su explotación como materia prima de la industria del cemento, para el mercado regional y los excedentes para exportar al Brasil principalmente.

En cuanto al comercio, es muy activo en la ciudad de Pucallpa, tanto a la comercialización de los artículos, artefactos electrodomésticos, telas, etc. porque los precios son bajos, debido a la exoneración de impuestos en la zona de la selva;

mando medio, financiamiento caro que disminuye el atractivo de la inversión, y utiliza tecnología tradicional.

### 2.7.2 Planes de desarrollo

Dentro de los planes de desarrollo, se ha formulado tomando en consideración las características fundamentales que tipifican como parte de la Amazonía peruana su situación geopolítica que recobra significancia en el contexto nacional, que plantea su desarrollo principalmente en la explotación de sus recursos renovables y complementariamente la actividad petrolera que permitirá dinamizar la economía departamental y regional.

En los programas de inversión para el período 1982-1983 corresponde un 69.9% a los sectores de electricidad y transporte; el 22.3% a los sectores de vivienda y trabajo, y el resto a los sectores productivos de menos importancia; los proyectos se dan a continuación:

#### PROYECTO

##### ELECTRICIDAD

- Electrificación de Pucallpa
- Ampliación y mejoramiento de la red de distribución primaria y sus correspondientes sub-estaciones en Pucallpa.

##### TRANSPORTES

- Estudio de transporte para la selva central, con un sistema de transporte internodal.
- Control hidrológico del río Ucayali, con la finalidad de



mejorar la navegación.

- Draga fluvial, para mantener y/o conservar la profundidad operativa del terminal fluvial de Pucallpa.
- Terminal Fluvial de Pucallpa, terminada en 1982.
- Pavimentación de las calles de Pucallpa, 1<sup>ra</sup>. etapa.
- Mejoramiento del aeropuerto de Pucallpa.

#### COMUNICACIONES

- Ampliación de red telegráfica y télex
- Sistema de transmisión digital
- Apoyo a Entel
- Plan de Expansión Telefónica 2<sup>da</sup>. Etapa

#### VIVIENDA

- Plan Nacional Urbano de Agua Potable y alcantarillado 3<sup>ra</sup>. etapa-Pucallpa.
- Plan Nacional Urbano de agua potable y alcantarillado 4<sup>ta</sup>. etapa-Pucallpa; incluye pueblos jóvenes de Pucallpa.

#### EDUCACION

- Construcción de ESEP de Pucallpa, terminado en 1982.
- Universidad Nacional de Pucallpa.

#### SALUD

- Mantenimiento Hospital General de Pucallpa
- Construcción y equipamiento del Hospital Regional de Pucallpa.

#### ENERGIA Y MINAS

- Electrificación de 6 pueblos jóvenes de Pucallpa, con ten

dido de red primaria y secundaria.

#### AGRICULTURA

- Construcción e implementación del Almacén central de Pucallpa con una capacidad de 2,500 TM ambientales y 450 TM refrigeradas.

#### HIDROCARBUROS

- Estudio de la utilización del gas de Aguaytía.

### 2.8 Estudio de demanda

#### 2.8.1 Determinación de la potencia de máxima demanda y consumo de energía en base a los registros históricos

La ciudad de Pucallpa cuenta con servicio de electricidad desde Julio de 1963, con una capacidad instalada de dos generadores diesel de 150 Kw cada una que abastecía a 460 usuarios del sector doméstico, 245 del sector comercial, 16 usuarios del sector industrial y 10 usuarios del uso general, teniéndose un alumbrado público restringido; este servicio no ha sido continuo, y un abastecimiento energético totalmente deficiente, debido a la poca potencia de las centrales, y un inadecuado sistema de redes de distribución.

Otro aspecto importante es la baja calidad de energía suministrada en ciertas zonas y épocas, por la discontinuidad de operación en algún grupo, obliga al usuario restringir el uso de la energía eléctrica, lo que produce cifras distorsionadas de máxima demanda y especial-

mente del consumo de energía año a año, y que no podemos tomarlos como cifras absolutas para su proyección.

Sin embargo, con la información recopilada se realizará el estudio utilizando algunas técnicas estadísticas.

#### 2.8.1.1 Registros históricos

La información sobre el consumo de energía eléctrica y potencia de máxima demanda de la ciudad de Pucallpa en el pasado la hemos obtenido de:

- Dirección de Informática, Oficina de Estadística de la D.G.E. MEM, hasta el año 1979; del año 1980 a 1982 la hemos obtenido de las Oficinas de Electro Perú de la ciudad de Pucallpa; como se mostrará en la siguiente tabla, existen años donde no se tiene información.

La siguiente tabla nos muestra la máxima demanda y la producción de energía eléctrica desde el año 1964, año en que se puso en funcionamiento la central, el mismo que se tomó como punto de partida.

TABLA Nº 20  
REGISTROS HISTORICOS - D.G. E. MEM - ELECTROPERU  
(Pucallpa)

Año	Potencia (Kw)	Energía (Kwh)
1964	320	752,110
1965*	-	-
1966	320	826,648
1967*	-	-
1968	350	908,573
1969	490	1'178,679
1970*	-	-
1971*	-	-
1972*	-	-
1973*	-	-
1974	1,430	6'089,860
1975	1,680	7'766,740
1976	1,970	8'652,810
1977	2,400	11'430,367
1978	2,950	11'900,690
1979	4,100	15'066,540
1980	4,750	19'546,790
1981	5,600	23'357,240
1982	5,700	26'967,400

\* Años sin información.

Podemos obtener de la misma información el consumo de energía desagregada por sectores, los cuales nos darán una imagen de distribución de energía como se muestra en la tabla N° 21.

TABLA N° 21

REGISTROS HISTORICOS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA GENERADA  
D.G.E. MEM (Lima) - ELECTROPERU (Pucallpa)

Año	Doméstico (Kwh)	Comercial (Kwh)	Industrial (Kwh)	A.P. (Kwh)
1964	18,772	22,324	21,612	12,171
1965	-	-	-	-
1966	-	-	-	-
1967	-	-	-	-
1968	231,948	218,176	187,176	138,240
1969	387,077	458,230	211,410	-
1970	-	-	-	-
1971	-	-	-	-
1972	-	-	-	-
1973	-	-	-	-
1974	1'415,934	1'281,303	1'617,756	-
1975	2'000,587	1'966,983	2'107,502	758,674
1976	2'224,813	2'648,104	2'074,835	759,000
1977	2'894,264	2'301,701	1'556,448	712,801
1978	4'330,678	2'684,886	1'303,613	1'248,140
1979	4'780,704	2'633,155	853,726	1'292,956

Puede notarse que la información de consumo por sectores no es consistente y no puede ser utilizada en forma directa para realizar proyecciones sectoriales del consumo de energía.

Esta inconsistencia puede explicarse básicamente en cuanto al sector industrial que en vez de ir aumentando el consumo de energía se nota que disminuye, esto se debe a que la central no se encuentra en capacidad de abastecer a las industrias que año a año se van incrementando, y que además del abastecimiento energético es discontinuo y perjudica a las industrias en horas de trabajo, llevando consigo una falta de continuidad en flujo de energía, puesto que muchas de las sub-estaciones tienen que entrar en etapa de mantenimiento, porque son perjudicados constantemente con las lluvias.

Por otra parte existen muchas viviendas que tienen su comercio y que son aplicados tarifas del sector comercial que son mucho mayores que los domésticos.

En conclusión, una proyección del consumo sectorial carece de significado por la calidad y el número de datos históricos.

También se verá más adelante que la mayoría de industrias se autoabastece con su propio grupo, debido a que la central de Pucallpa todavía no se encuentra en capacidad de poder dar un servicio continuo a las industrias.

### 2.8.1.2 Determinación de las curvas de ajuste

Para determinar las curvas de ajuste para el caso de energía emplearemos datos de energía que son realmente producción, pues incluyen pérdidas y consumo propio de la central; para el caso de la curva de potencia emplearemos datos de máxima demanda producida en el año.

Para solucionar los años sin información se realizó de la siguiente manera: los datos de potencia y energía del año 1965 se encontró con los valores extremos, es decir, con los valores de los años 1964 y 1966 calculándose la potencia y energía intermedia con la tasa que se produjo; del mismo modo para el año de 1967, y por último los valores intermedios de los años 1970, 1971, 1972 y 1973 con los valores de los años 1969 y 1974, encontrándose la tasa de estos dos valores, encontrándose así los puntos de los años sin información.

Cabe destacar que los años 1964, 1965, 1966 y 1967 no tienen un valor que pueda ser tan confiable, puesto que para el año 1964 se inaugura la central con dos grupos de 150 Kw cada una, totalizando 300 Kw; sin embargo aparece un dato de máxima demanda de 320 Kw, lo que no sería cierto; en todo caso esto no tiene mucha significancia por ser datos pequeños y que más o menos se mantiene constante hasta el año 1968.

A continuación mostraremos la tabla siguiente con los valores sin información ya calculados.

TABLA Nº 22  
DATOS HISTORICOS DE POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA Y  
ENERGIA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

Año	Máxima demanda (Kw)	Energía anual (Kwh)
1964	320	752,110
1965*	320	788,499
1966	320	826,648
1967*	335	866,643
1968	350	908,573
1969	490	1'178,679
1970*	610	1'636,949
1971*	750	2'273,395
1972*	930	3,157,291
1973*	1,155	4'384,846
1974	1,430	6'089,860
1975	1,680	7'776,740
1976	1,970	8'652,810
1977	2,400	11'430,367
1978	2,950	11'900,690
1979	4,100	15'066,690
1980	4,750	19'546,790
1981	5,600	23'357,240
1982	5,700	26'967,400

\* Años sin información.



Con los datos ya establecidos, se buscó la curva de ajuste que mejor tendencia mostraba y que además tenga el factor de correlación lo más cercano a la unidad con signo positivo toda vez que la tendencia tiende a aumentar; encontrándose que era del tipo de la curva parabólica de segundo grado, cuya ecuación es la siguiente:

$$y = a + bx + cx^2$$

Obteniéndose los parámetros a, b, c, mediante el método de los mínimos cuadrados, y el artificio de  $\sum x = 0$ , descrito en el apéndice B1, encontrase los siguientes resultados:

- Potencia de máxima demanda

$$y = 1120.6944 + 300.5965x + 26.0821x^2 \quad \text{Kw}$$

Factor de correlación:  $r = 0.9935$

- Energía

$$y = 4,227.7997 + 1,339.7596x + 117.9365x^2 \quad \text{Mwh.}$$

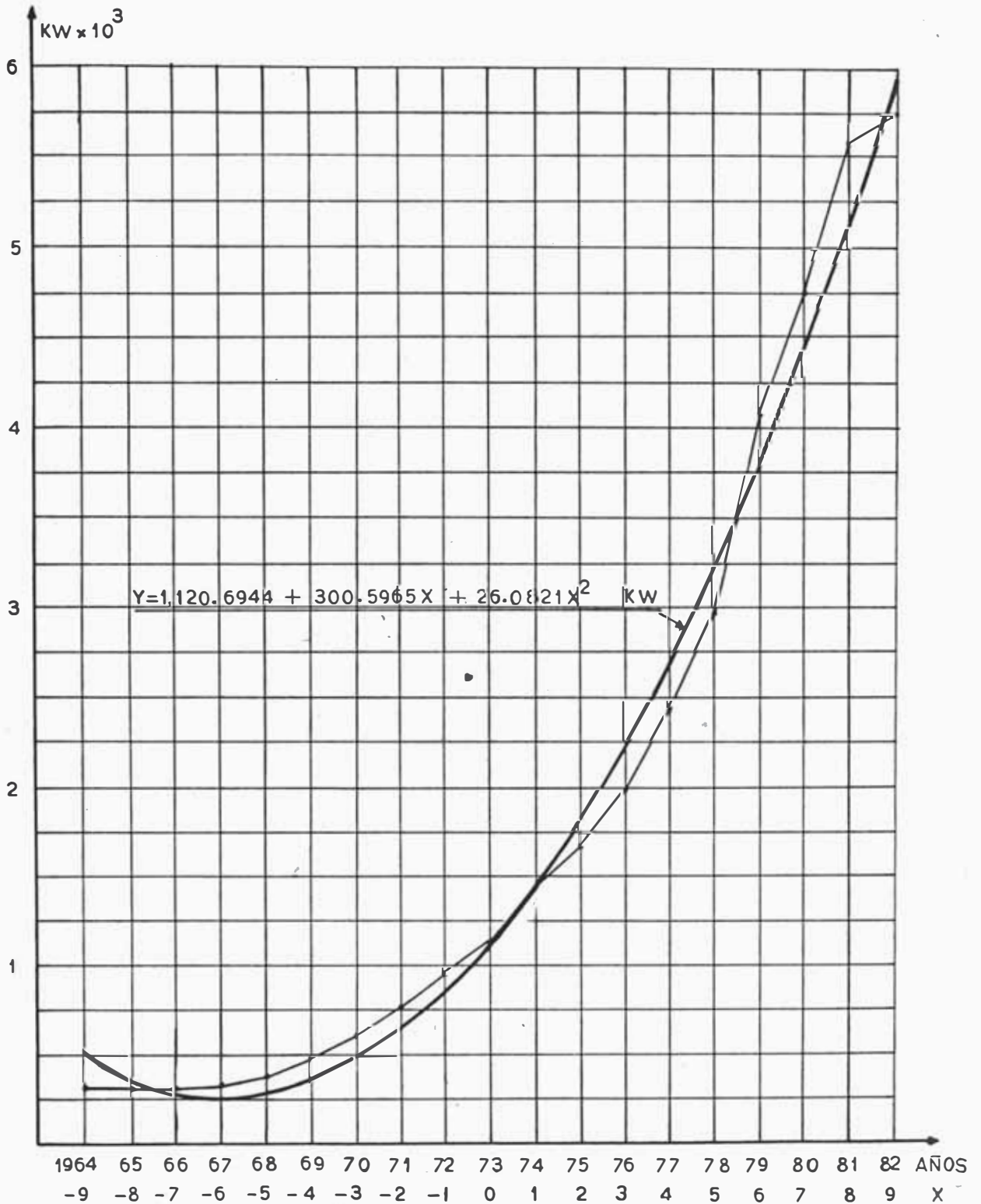
Factor de correlación:  $r = 0.9956$

Nota: Para la evaluación de las ecuaciones mostradas se ha considerado el año de 1974 como  $x = 1$ , para aplicar  $\sum x = 0$ .

Las curvas y sus ecuaciones de regresión se muestran en los gráficos G-6 y G-7.

# GRAFICO G-6

## CURVA DE AJUSTE PARA LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA EN PUCALLPA



FACTOR DE CORRELACION : 0.9935

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION  
DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

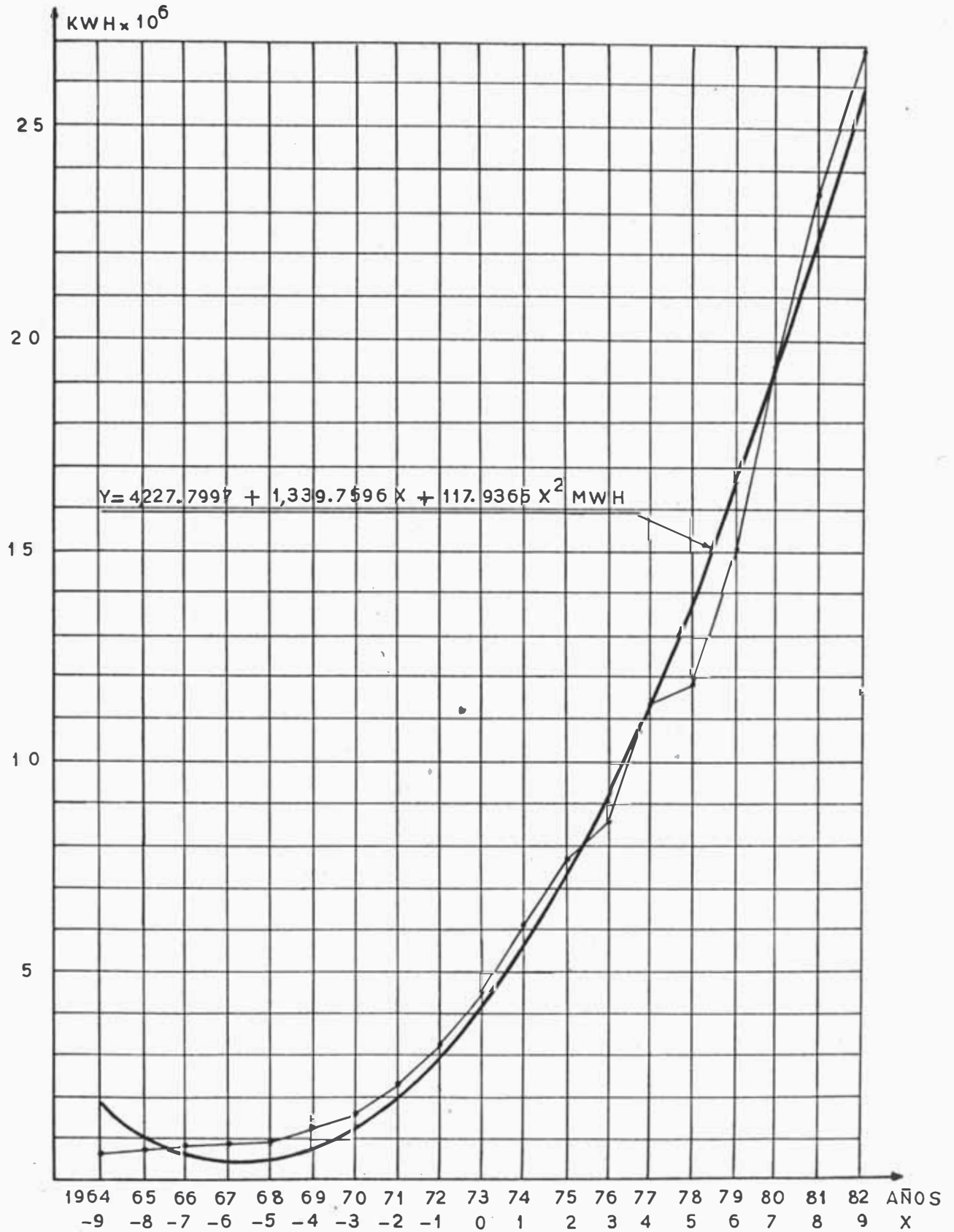
**MECANICA ELECTRICA**

CODIGO:

741274 - A

# GRAFICO G-7

## CURVA DE AJUSTE PARA LA ENERGIA EN PUCALLPA



FACTOR DE CORRELACION: 0.9956

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA MECANICA-ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

### 2.8.2 Proyección de la demanda de energía eléctrica considerando los registros históricos

Con las ecuaciones de regresión establecidas se han obtenido los valores de la proyección de la máxima demanda de potencia y la energía para el período 1983-2000.

Dado que los datos históricos tienen un relativo grado de confiabilidad, y es más, que algunos de ellos se han obtenido por cálculo, no es posible confiar en el resultado.

Debe advertirse que las proyecciones no son valores -determinantes que tienen que ocurrir necesariamente en el futuro, son valores estimados o esperados; estos resultados pueden variar dependiendo de diversos factores, que en forma directa o indirecta participan en los resultados de una serie cronológica. Esto lo hacemos mediante el estudio de la tendencia que es de suma importancia para determinar el probable comportamiento de los datos en el futuro.

Las proyecciones de la tendencia, concretamente la proyección de la serie cronológica, constituye el aspecto más importante para la planificación de mediano y largo plazo.

Evidentemente que los futuros valores tienen un error o sesgo, cuya dimensión depende de la validez y significación de los datos históricos.

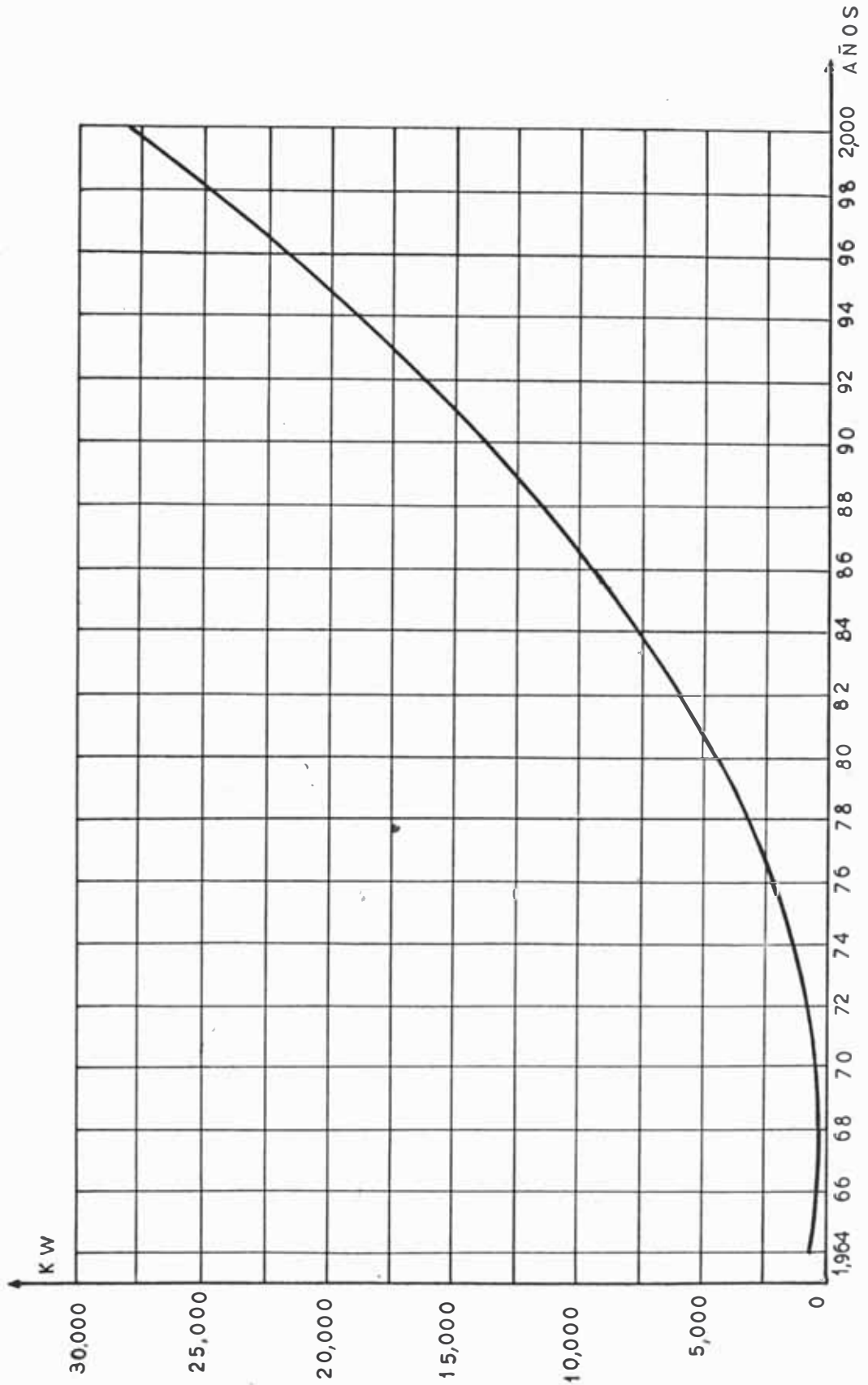
Los gráficos G-8 y G-9 muestran las curvas obtenidas.

TABLA Nº 23  
PROYECCIONES DE LA POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA Y ENERGIA  
DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

Xi	Año	Máxima Demanda (Kw)	Energía (Kwh)
10	1983	6,735	29,419
11	1984	7,583	33,235
12	1985	8,484	37,288
13	1986	9,436	41,576
14	1987	10,441	46,100
15	1988	11,498	50,860
16	1989	12,607	55,856
17	1990	13,769	61,087
18	1991	14,982	66,555
19	1992	16,248	72,258
20	1993	17,565	78,198
21	1994	18,935	84,373
22	1995	20,358	90,784
23	1996	21,832	97,430
24	1997	23,358	104,313
25	1998	24,937	111,432
26	1999	26,568	118,787
27	2000	28,251	126,377

GRAFICO G-8

PROYECCION DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA - PUCALLPA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

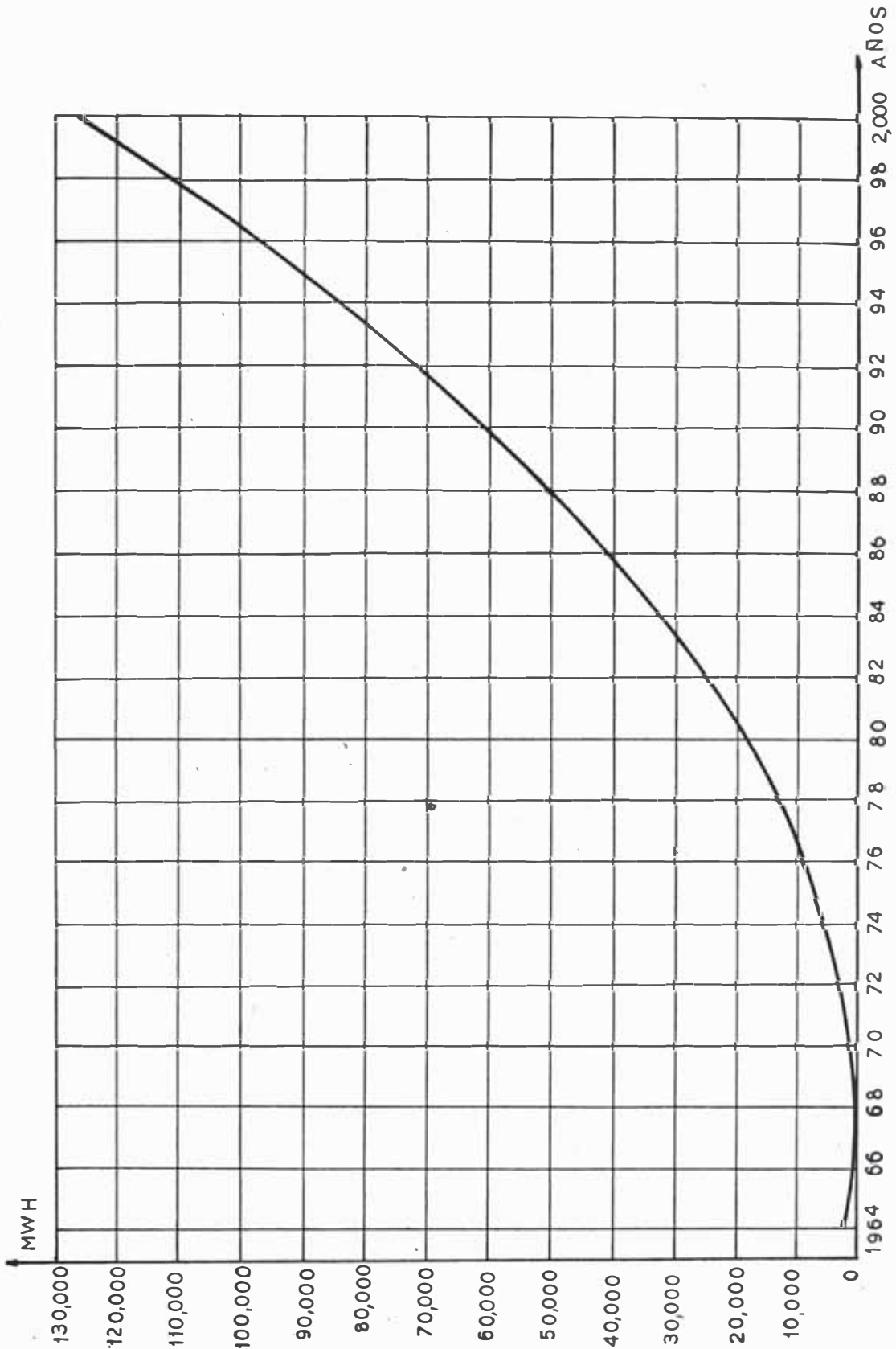
INGENIERIA

MECANICA\_ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

**GRAFICO G-9**  
**PROYECCION DE LA ENERGIA - PUCALLPA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

**NOMBRE:**

**JAIME E. PEZO PEREZ**

**INGENIERIA  
 MECANICA.ELECTRICA**

**CODIGO:**

**741274 - A**

### 2.8.2.1 Análisis de los Resultados

De la tabla N° 23, de la cual se elaboró los gráficos N°8 y N° 9, se aprecia claramente que la curva cumple con las proyecciones de los datos históricos de demanda y energía como quiera que esta investigación estadística por su naturaleza es fundamentalmente de tipo descriptiva; se preocupa de la confiabilidad, validez y significación de los datos.

Puede apreciarse claramente que para el año 2000 tendremos una demanda máxima de 28,251 Kw y una producción de energía de 126,377 Mwh. Pero estos datos no los podemos tomar como verdaderos para un programa de equipamiento a mediano y largo plazo debido a las siguientes razones:

- a) No existe un suministro de energía adecuado debido a que en muchos de los casos los grupos no operan en su totalidad.
- b) El servicio de electricidad está totalmente restringido, como en el caso del sector doméstico que solamente un 54% tiene este servicio.
- c) La demanda, tanto del sector doméstico, comercial e industrial es muy elevada respecto a la demanda total producida por los grupos.
- d) Los datos de demanda y energía producida desde la puesta en marcha de los grupos (1964), hasta la actualidad (1982) si bien es cierto son válidos, no tienen un significado real debido al déficit de energía que siempre existió.

Como consecuencia esta información y proyección es algo referencial a los propósitos de los estudios a realizarse.



Esto nos da pautas para realizar las proyecciones con datos más reales obtenidas del campo y a base de informaciones actualizadas, que lo veremos en más detalle en los siguientes capítulos.

### 2.8.3 Determinación de la potencia de máxima demanda y consumo de energía en base al análisis sectorial

Como se pudo apreciar en el punto anterior (2.8.2), se llevó a cabo un análisis con los registros históricos, lo cual nos muestra unos datos que no están de acuerdo con las proyecciones de población; esto nos indica que es necesario rectificar estos valores mediante el método que se describiera a continuación.

Debe distinguirse claramente que al concluir el año cero 1982, existió una máxima demanda de potencia, un consumo de energía y un número de abonados oficialmente establecidos, pero suponiendo que estos valores sean reales, es decir, sin considerar las restricciones en medición y calidad de suministro que existe, no refleja la verdadera necesidad de la ciudad.

Cabe destacar que existe un gran número de futuros usuarios a los que no se les recepciona la solicitud para el consumo de energía eléctrica porque no hay redes en la zona o porque dichas redes están sobrecargadas teniéndose que rediseñar el sistema de distribución. Además se puede manifestar que el número de posibles usuarios es mayor que el número de solicitudes.

Debido a esto el presente estudio encontrará para el año

cero (fines de 1982), la potencia real, que deberá entregar cada una de las centrales para que pueda considerarse un buen servicio.

#### 2.8.3.1 Sector residencial

Para realizar los análisis en el sector residencial, es necesario contar con el número de habitantes que posee la ciudad de Pucallpa al finalizar el año 1982, obteniéndose un promedio de 97,228 habitantes. Según el censo de 1981, el número de personas por familia para la ciudad de Pucallpa es de 6.1 habitantes/vivienda; y según nuestra información la media del número de personas por vivienda es de 92,698 - 6.3 (promedio de 1981); estos valores se aproximan bastante a la realidad y cada una de estas familias es un consumidor potencial.

Por eso es aceptable tomar un promedio de 6 personas por familia, que en cierta forma coincide con el promedio nacional. En consecuencia el número de familias para 1982 será: 97,228 - 16,204 familias; esto trae consigo que en algunas viviendas vive más de una familia, siendo el principal motivo el factor económico.

Se sabe que el consumo de cada una de estas familias será diferente y de igual manera la potencia instalada y la máxima demanda serán diferentes. Para propósitos de cálculo, éstas serán agrupadas en cinco estratos de consumo de energía eléctrica que la llamaremos clase A, B, C, D y E, respectivamente.

La clase A será la constituida por aquellas familias que posean muy bajos recursos económicos y que se encuentren en los alrededores de la zona urbana, donde no será posible llegar con las redes de energía eléctrica, a esta clase también hay que agregar la población flotante que se encuentra en las riberas del río Ucayali.

De acuerdo a las encuestas, encontramos que aproximadamente existe un 5% cuyos ingresos son inferiores que el sueldo mínimo vital.

La clase B estará conformada por aquellas familias de bajos recursos económicos, pero que están conectados a la red. La potencia instalada para una casa de esta clase puede estar constituida por:

- a) Iluminación
- b) Plancha

Considerando la plancha como primer artefacto que adquiere una familia, y a su vez el de mayor uso después de la iluminación; según la tabla N° 13, el 78% de la muestra manifestó poseerlo, esto indica que aproximadamente el 20% posee plancha a carbón que es muy usual en la zona y un 2% no usa.

Según la potencia unitaria asignada a los artefactos y que aparece en el apéndice A, un plancha requiere 1,500 watios, aunque puede ser menos debido a que en el país se fabrican planchas de menor potencia; para esta clase se le asigna 1,000 watios.

La iluminación para esta clase la consideraremos teniendo en cuenta que la vivienda posee 2 cuartos, 1 sala, y comedor, 1 baño, y cocina; considerando además que en la zona se emplea

mucho los artefactos fluorescentes tendremos:

a) 4 fluorescentes de 40 W	=	160 W
b) 3 focos de 75 W	=	<u>225 W</u>
Total	=	385 W

En consecuencia la clase B tendrá una potencia instalada de:

- Iluminación	385 W
- Plancha	<u>1,000 W</u>
Total P. I.	1,385 W

La máxima demanda puede ocurrir cuando tengan operando la plancha:

- Máxima demanda	1,000 W
------------------	---------

Por consiguiente el factor de demanda para esta clase será de 0.72. De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas sobre la potencia instalada por vivienda podemos apreciar en la tabla N° 9, que para los usuarios que posean hasta 1,500 watios suman 15.2%; así mismo se puede apreciar en la tabla N° 10 que los usuarios no tienen mucho interés en adquirir nuevos artefactos eléctricos, en consecuencia podemos considerar sin cometer mucho error si para esta clase se le asigna el 15% de las familias.

La Clase C corresponde a aquellas familias que tienen una potencia instalada y un consumo mayor que la clase B; la potencia instalada puede estar constituida por:

- Iluminación	500 W
- Plancha	1,300 W
- Televisor B/N	100 W
- Licuadora	300 W
- Ventilador	100 W
- <u>Refrigeradora</u>	200 W
Total P.I.	2,500 W

La máxima demanda para esta clase puede ocurrir cuando estén operando algunas lámparas, la plancha, el televisor y la refrigeradora; de acuerdo a esto tendremos:

- Máxima demanda de	1,780 W
- Factor de demanda	0.71

De los resultados obtenidos en la Tabla N° 9, para los usuarios que posean una potencia instalada hasta los 2,500 W, obtenemos que es de 54.9%; y la potencia a ser adquirida en un futuro cercano es un porcentaje muy pequeño, de acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla N° 10; por lo tanto podemos asignar a esta clase el 55% de las familias.

Considerando a esta clase la de mayor porcentaje, es decir una clase media existente.

La clase D con mayor capacidad de consumo de energía eléctrica puede estar constituida por una familia que posea mayor número de cuartos, además de cocina, baños, etc., podemos considerar con la siguiente potencia instalada:

- Iluminación	750 W
- Plancha	1,500 W
- Refrigeradora	200 W
- Ventilador (2 unid.)	200 W
- Licuadora	300 W
- Televisor color	150 W
- Radio	50 W
- Equipo estereo	100 W
Total P. I.	3,250 W

La máxima demanda puede ocurrir cuando estén operando la plancha, 3 lámparas, refrigeradora, televisor y un ventilador, obteniéndose de esta manera lo siguiente:

- Máxima demanda	2,100 W
- Factor de demanda	0.65

De acuerdo con las observaciones realizadas de las tablas Nº 9 y Nº 10, a esta clase podríamos asignarle el 20% de las familias.

La clase E que es la que posee mayor potencia instalada y mayor consumo puede estar representada en lo que a potencia instalada se refiere por:

- Iluminación	1,000 W
- Plancha	1,500 W
- Ventilador (3)	300 W
- Licuadora	300 W
- Refrigeradora	200 W
- Televisor color	150 W
- Equipo estereo	150 W
- Máquina de coser eléctrica	100 W
- Lavadora	500 W
- Batidora	300 W
- Aspiradora lustradora	100 W
Total P.I.	4,600 W

La máxima demanda puede ocurrir cuando estén operando - aproximadamente 500 W en iluminación, T.V., refrigeradora, - plancha, ventilador.

- Máxima demanda	2,450 W
- Factor de demanda	0.53

Quedando para esta clase el 5% de las familias.

Puesto que se ha asumido determinado tipo de artefactos, no necesariamente tendrán que ser estos, pudiendo ser sustituido por otro que produzca la misma potencia instalada final.

2.8.3.1.1 Determinación de la máxima demanda residencial por clases

De los resultados de los análisis obtenidos en el acápite anterior, elaboramos la siguiente tabla:

TABLA N° 24

Clase	%	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	5	810	-	-	-	-
B	15	2,431	1,385	3,367	0.72	2,424
C	55	8,912	2,500	22,280	0.71	15,819
D	20	3,241	3,250	10,533	0.65	6,846
E	5	810	4,600	3,726	0.53	1,975
TOTALES	100	16,204	-	39,906	-	27,064

- (1) Número de familias de las diferentes clases
- (2) Potencia instalada por familia de la clase (w)
- (3) Potencia instalada de la clase (Kw)
- (4) Factor de demanda de la unidad de la clase
- (5) Máxima demanda de la clase (Kw) no diversificada

La máxima demanda no diversificada total para el sector residencias será de 27,064 Kw.

El factor de simultaneidad para este sector que es el residencial se asumirá 0.3 según el Código Eléctrico del Perú que incluye los usuarios reales y potenciales.

Con estas consideraciones la máxima demanda para fines del



año 1982 será:

$$27,064 \times 0.3 = 8,119 \text{ Kw}$$

El resultado nos indica claramente que existe un gran número de solicitudes para el suministro de energía, que se encuentra en trámite y otros que no lo hacen porque la central existente tiene poca capacidad; en consecuencia no cuenta con redes de distribución por muchos sectores.

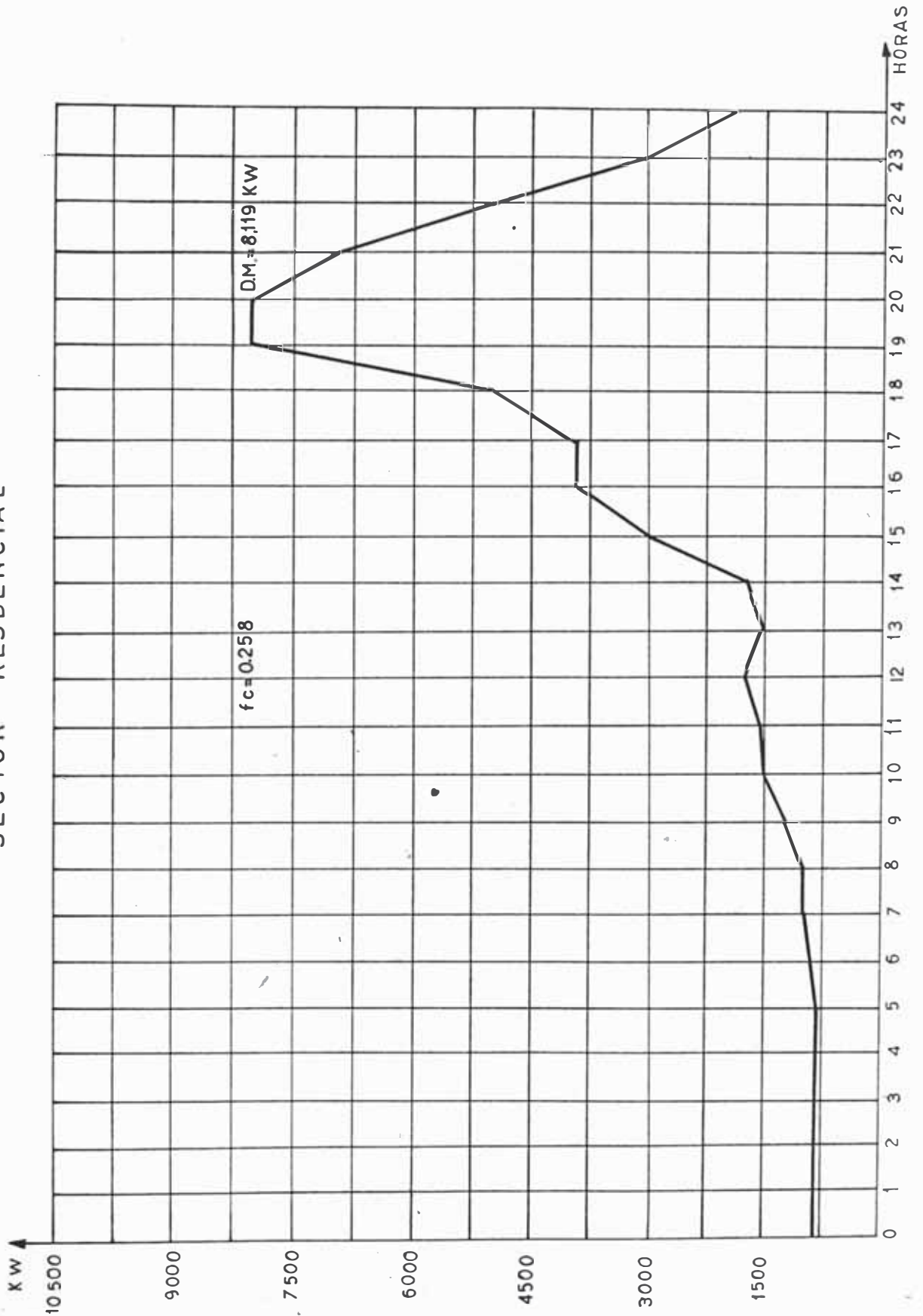
Es difícil el aislar un diagrama de carga para el sector residencial del diagrama total de la ciudad, sin embargo, con la información obtenida en las encuestas sobre las horas de consumo se realizará este diagrama.

Según la tabla Nº 14 la hora de máxima demanda se produce alrededor de las 19 horas, lo que coincide con el diagrama total de la ciudad de Pucallpa.

Dada las costumbres y el clima de la ciudad, la hora punta trata de mantenerse constante desde las 6.30' p.m. hasta las 21 horas, teniéndose la máxima demanda en horas de la noche, el consumo es regular hasta las 24 horas, decayendo en horas de la madrugada donde solamente operan las refrigeradoras y algunas luces; durante el día Pucallpa inicia sus actividades a partir de las 6 horas, donde empiezan a operar los artefactos electrodomésticos, hasta aproximadamente las 16 horas, debido a que casi todas las dependencias públicas trabajan con horario corrido.

Estas consideraciones permiten elaborar el diagrama teórico de carga para un día típico de la ciudad de Pucallpa y para el año cero; este diagrama lo mostraremos en el gráfico G-10.

**GRAFICO G-10**  
**DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA - AÑO 1982**  
**SECTOR RESIDENCIAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA 'MECANICA**  
**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**  
**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION**  
**DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE :  
**JAIME E. PEZO PEREZ**  
**INGENIERIA'**  
**MECANICA\_ELECTRICA**  
 CODIGO :  
**741274 - A**

### 2.8.3.2 Sector alumbrado público

En la actualidad el alumbrado público en la ciudad de Pucallpa es deficiente porque no cubre el total de las calles del sector urbano; como también el nivel de iluminación es bajo. Hasta fines de 1982 Pucallpa posee 2,794 ensambles de iluminación distribuidas de la siguiente manera:

- 100 lámparas de vapor de Hg de 250 watts
- 429 lámparas de vapor de Hg de 125 watts
- 2,265 lámparas incandescentes de 150 watts.

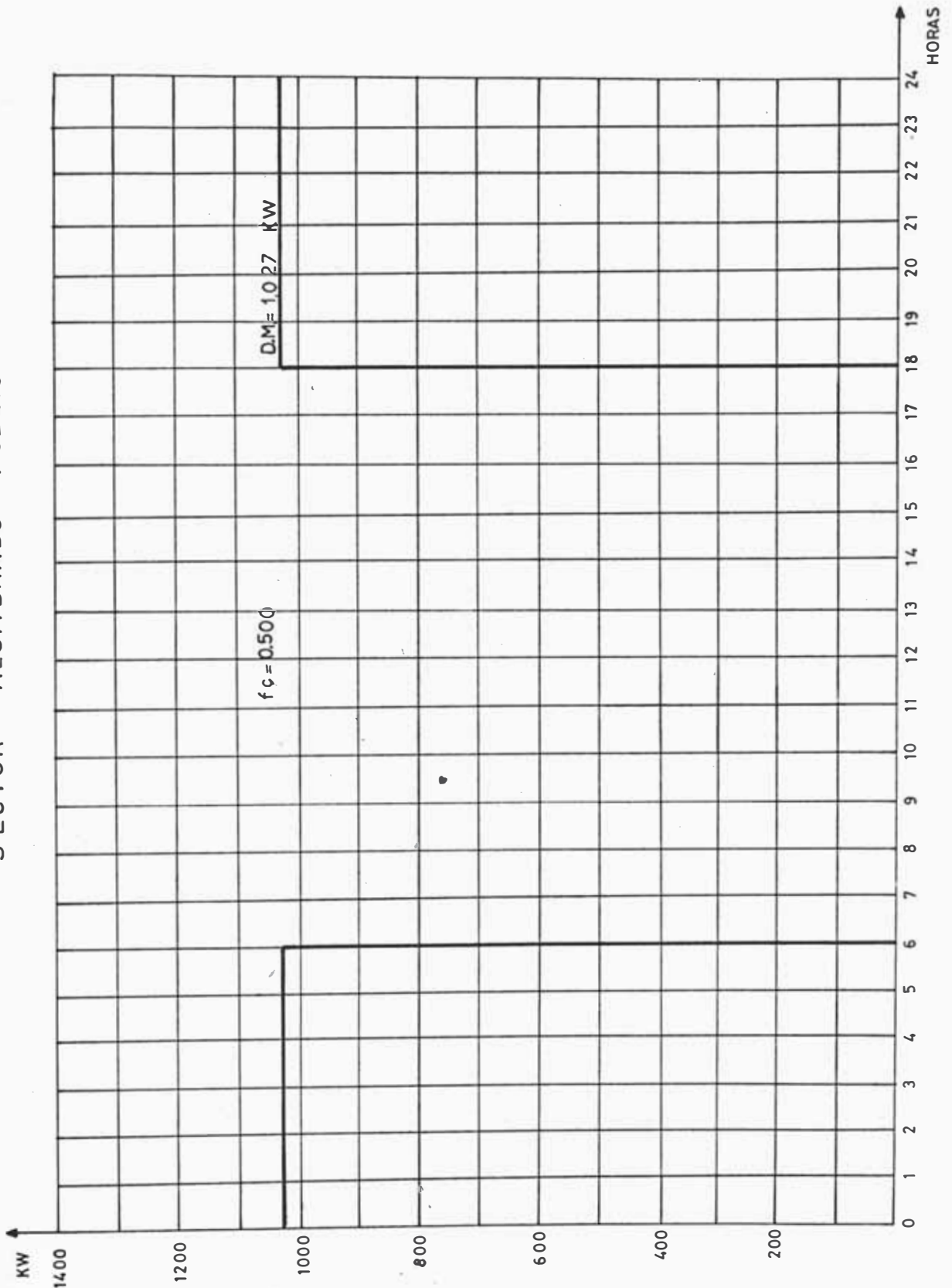
Esto es realmente poco debido a que en muchas avenidas, jirones, calles, etc, de la zona urbana no existe alumbrado público, como también no existe en los cinco pueblos jóvenes; esto nos indica claramente que aproximadamente debemos instalar un 47% más de postes de tal forma que tendríamos aproximadamente 4,107 ensambles. Suponiendo que cada ensamble se equipara con una lámpara de vapor de mercurio, considerando un promedio por lámpara de 250 watts, teniendo en cuenta los dispositivos auxiliares, como reactores, etc., tendremos:

$$- P. I. = 4,107 \times 250 = 1,027 \text{ Kw}$$

El factor de demanda y simultaneidad se considera 1, de acuerdo con el código eléctrico del Perú; el diagrama típico se muestra en la gráfica N° 11.

$$\text{Máxima demanda} = 1,027 \times 1 \times 1 = 1,027 \text{ Kw}$$

**GRAFICO G-11**  
**DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA - AÑO 1982**  
**SECTOR ALUMBRADO PUBLICO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA-ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

### 2.8.3.3 Sector comercial

La base para el análisis del sector comercial es el número de establecimientos comerciales que poseen servicio de energía eléctrica.

De acuerdo con los datos proporcionados por Electroperú existen a fines del año 1982, 1,142 usuarios para el sector comercial.

De las encuestas realizadas se obtiene un promedio de  $107 \text{ m}^2$  de área techada para los establecimientos comerciales; como también el índice de potencia instalada para el sector comercial nos resulta de  $20.6 \text{ W/m}^2$ ; y que de acuerdo al Código Eléctrico del Perú para establecimientos comerciales y oficinas debe ser de  $20 \text{ W/m}^2$ , lo cual da indicativos que nuestras encuestas realizadas en campo están bastante aproximadas con especificaciones del Código. De esta manera se obtendría la siguiente potencia instalada en el sector comercial.

$$- P. I. = 1,142 \times 107 \text{ m}^2 \times 20.6 \text{ w/m}^2 = 2,517 \text{ Kw}$$

El Código Eléctrico del Perú estipula como factor de demanda 100% para el cálculo de los conductores de circuito; para el comercio se puede asignar un factor de demanda de 0.7. El factor de simultaneidad puede ser más alta que para el sector residencial, en consecuencia tomaremos conservadoramente un factor de 0.8. De este modo la máxima demanda teórica del sector comercial para el año 1982 será:

$$- \text{Máxima Demanda} = 2,517 \times 0.7 \times 0.8 = 1,410 \text{ Kw}$$

A esto podemos agregar los centros comerciales mayores como son:

Abonados de ElectroPerú	Máxima demanda (Kw)
ORVISA	30
SUPERMERCADO EPSA	18
CHOSA	30
TRANSPORTE ESMA	30
TOTAL	108

Por lo tanto la máxima demanda comercial será:

$$\text{- Máxima demanda} = 1,518 \text{ KW}$$

El diagrama de carga teórica para el sector comercial puede deducirse del resultado de las encuestas en las que se indican las horas a las que se inician y terminan las actividades; así como también la hora en que tienen el mayor número de artefactos y lámparas encendidas.

En términos generales, para la ciudad de Pucallpa se puede decir que la actividad comercial se inicia alrededor de las 08:00 a 08:30 horas, el mayor número de casas comerciales tienen el refrigerio a las 12:00 ó 12:30 hasta las 15:00 horas, en cuyo lapso mantienen cerrados los comercios.

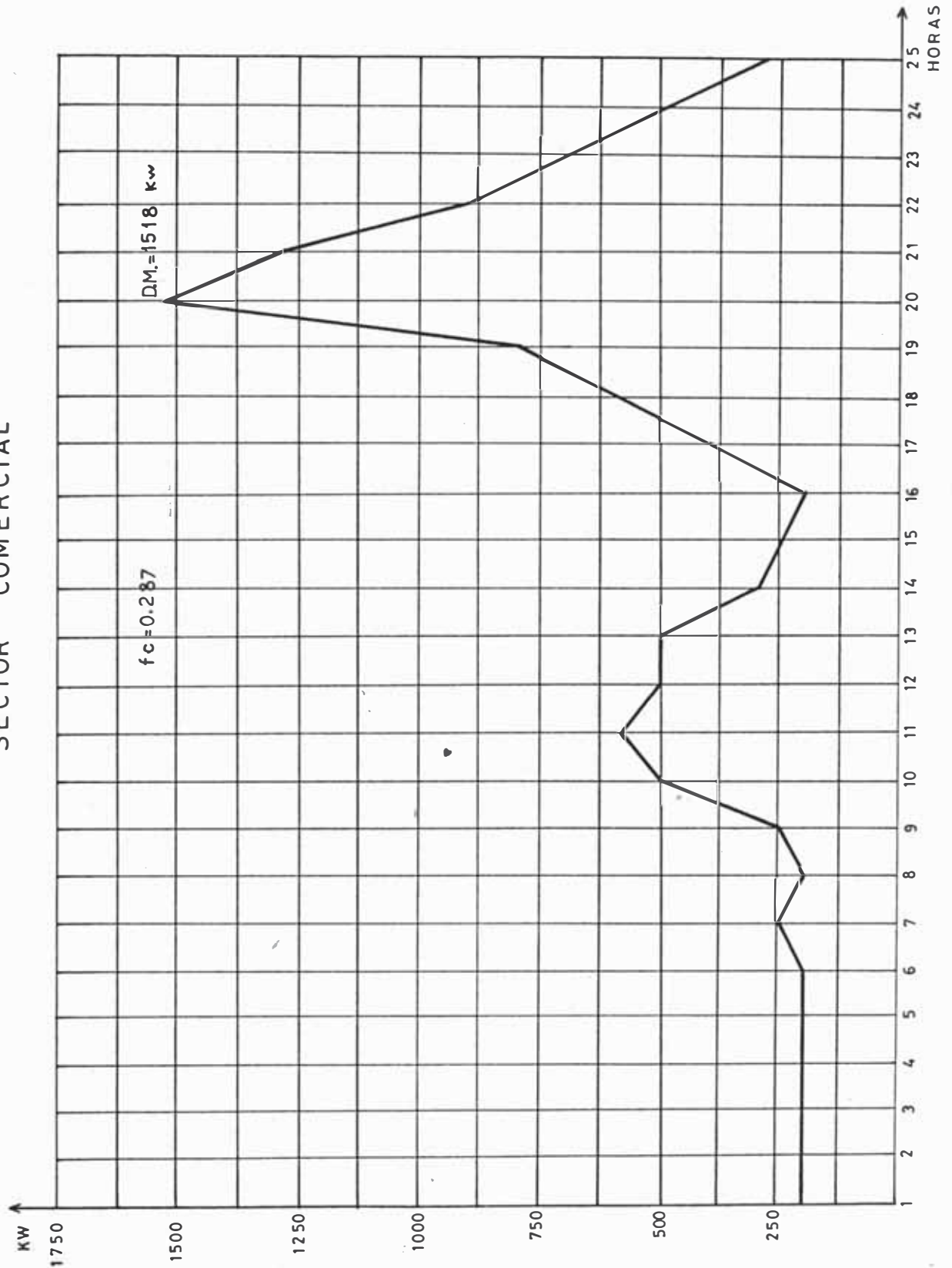
Retornando a sus actividades a las 15:00 para luego cerrarlos en la noche entre las 19:00 a 22: horas.

La hora de mayor uso de energía lo hacen a partir de las 17:30 horas, observándose que en el día casi no se encienden sus lámparas, debido a que las oficinas son amplias y ventiladas, por el calor intenso de la zona; como consecuencia de esto la mayoría de los comercios tienen los ventiladores prendidos.

Con lo manifestado anteriormente, se puede decir que entre las 00:00 horas y las 08:00 horas, la demanda sólo corresponderá a algunas lámparas y refrigeradoras que permanezcan conectadas, y teniéndose una demanda del 10% del total; desde las 08:00 horas hasta las 12:30 horas el consumo aumenta debido a que se conectan casi en todos los comercios ventiladores, siendo la máxima demanda del orden del 30% del total; entre las 12:30 a 15:00 horas baja a un 10%, para luego volver a subir a partir de las 15:00 horas hasta las 17:30 horas un 30%, a partir del cual se inicia la punta alrededor de las 18:30 a 19:00 horas para volver a caer después de las 19:00 horas.

El gráfico G-12 muestra el diagrama teórico de carga diaria para un día típico de 1982, el cual nos da un factor de carga de 0.287 que es aceptable para ese sector.

**GRAFICO G-12**  
**DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA - AÑO 1982**  
**SECTOR COMERCIAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**  
**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**  
**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION**  
**DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:  
**JAIME E. PEZO PEREZ**  
 INGENIERIA  
**MECANICA-ELECTRICA**  
 CODIGO:  
**741274 - A**



#### 2.8.3.4 Sector industrial

En cuanto al sector industrial encontramos que existe hasta fines de 1982 un promedio de 180 industrias, datos suministrados de la dirección zonal de Industria y Turismo, de las cuales existen solamente 9 que son abastecidas por las centrales de Pucallpa y Yarinacocha; esto equivale a decir que representan un 3.75% de las industrias; y que el 96.25% son autoabastecidas por su propio grupo generador, indicando que existe un déficit enorme de potencia para abastecer las industrias.

De las industrias abonadas tenemos:

Industrias	Máxima demanda (Kw)
Maderas Laminadas	506
Petróleos del Perú	236
Cooperativa Triplayera Trab. y Prod.	204
Luis Sibille	69
Oxígeno Loreto	39
Comasa	32
Distribuidora Vazza	30
Ladrillera Montebello	30
Industria Maderera	30
TOTAL	1,176

En la ciudad de Pucallpa como existen 180 industrias y solamente 9 son abonadas, indica que 171 necesitarían de este servicio, por tanto la potencia la podemos distribuir de la siguiente manera:

Industrias	Cantidad (Promedio)	Potencia Inst. (Kw)	Promedio (Kw)
Aserriños	40	101	4,040
Reaserraderos y Otros	130	30	3,900
Cervecería	1	3,280	3,280
TOTAL	171		11,220

Estamos considerando para la mayoría de las industrias un promedio de 30 Kw, puesto que los reaserraderos son un 30%, los aserríos un 25%, las demás representan un 45%.

Considerando un factor de demanda de 0.5 y un factor de simultaneidad de 0.7; tendremos lo siguiente:

- Potencia Instalada

Industrias abonadas	$\frac{1,176}{0.5 \times 0.7}$	3,360 Kw
Industrias no abonadas		11,220 Kw
Total de potencia instalada		<u>14,580 Kw</u>

- Máxima demanda

Industrias abonadas		1,176 Kw
Industrias no abonadas	$11,220 \times 0.7 \times 0.5$	<u>3,927 Kw</u>
Total de máxima demanda		5,103 Kw

La máxima demanda es teórica, pues se asume que mejorará las condiciones de servicio.

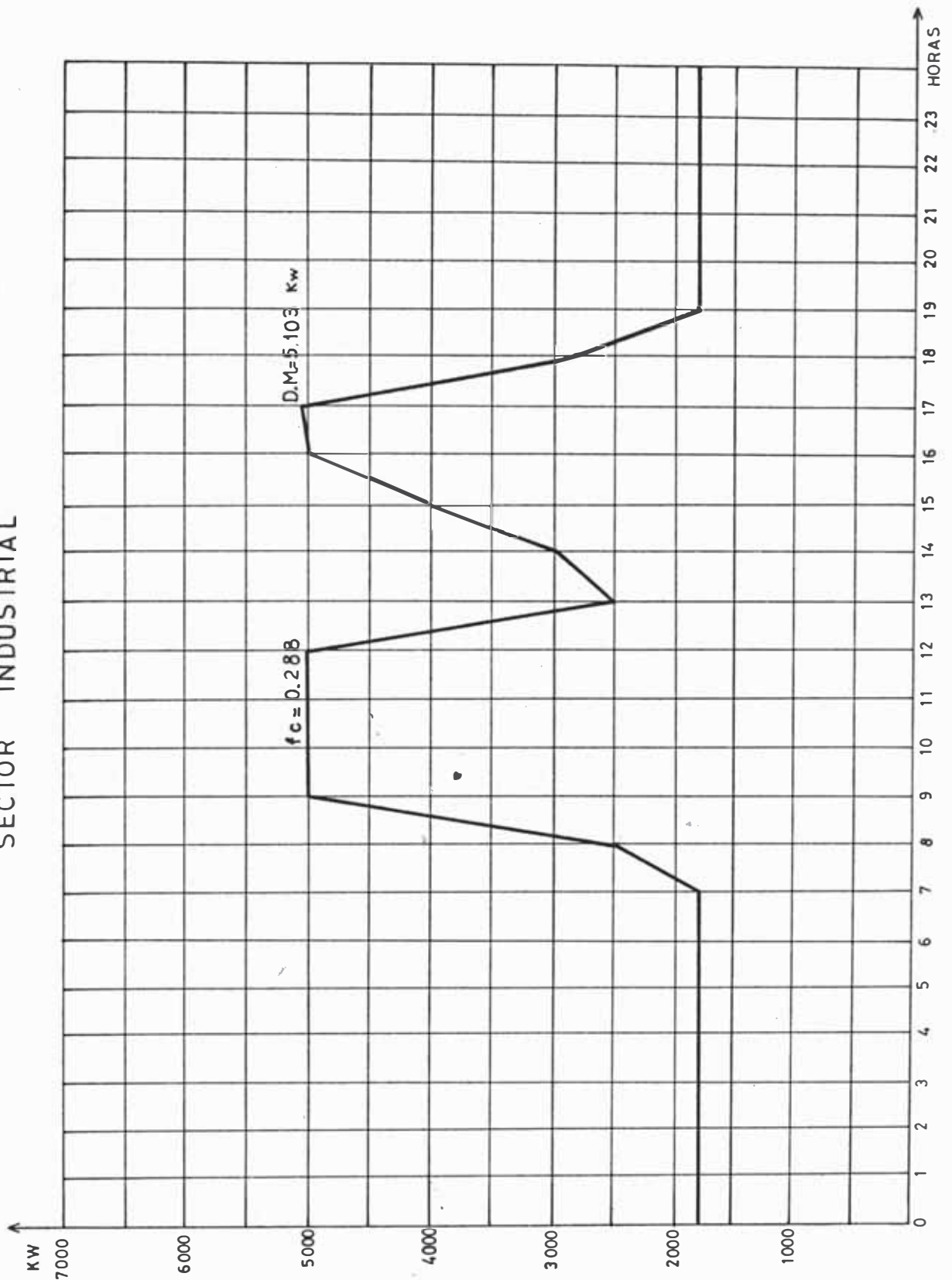
Las horas de funcionamiento de las industrias son:

En las mañanas de 07:00 a 12:00 horas

En las tardes de 14:00 a 17:00 horas; existiendo algunas excepciones como el caso de la Cervecería San Juan que opera las 24 horas del día.

El diagrama teórico de carga diario - año 1982 se muestra en el siguiente gráfico.

**GRAFICO G-13**  
**DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA - AÑO 1982**  
**SECTOR INDUSTRIAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA · MECANICA**  
**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**  
**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION**  
**DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:  
**JAIME E. PEZO PEREZ**  
 INGENIERIA  
**MECANICA\_ELECTRICA**  
 CODIGO:  
**741274 - A**

#### 2.8.3.5 Sector cargas especiales

Dentro de este sector se consideran todos los suministros que no pueden ser catalogados en los nombrados anteriormente.

Si bien el número y variedad de los mismos es grande, existen algunos que son más representativos y consumen mayor cantidad de energía. Dentro de ellos tenemos:

- Hoteles
- Electrobombas
- Cines
- Estaciones de radio
- Servicentos
- Iglesias

Para la ciudad de Pucallpa tenemos:

- 40 hostales (con 800 habitaciones)
- 27 colegios
- 4 cines
- 6 grifos
- e electrobombas
- 4 estaciones de radio
- 1 hospital
- 1 Universidad
- 1 Normal
- 2 clínicas.

A las cargas podemos considerar unos 1,000 Kw de máxima demanda, ocurriendo a la hora punta, es decir, entre las 10:00 y 20:00 horas.

El diagrama de carga diaria se puede establecer bajo las siguientes premisas:

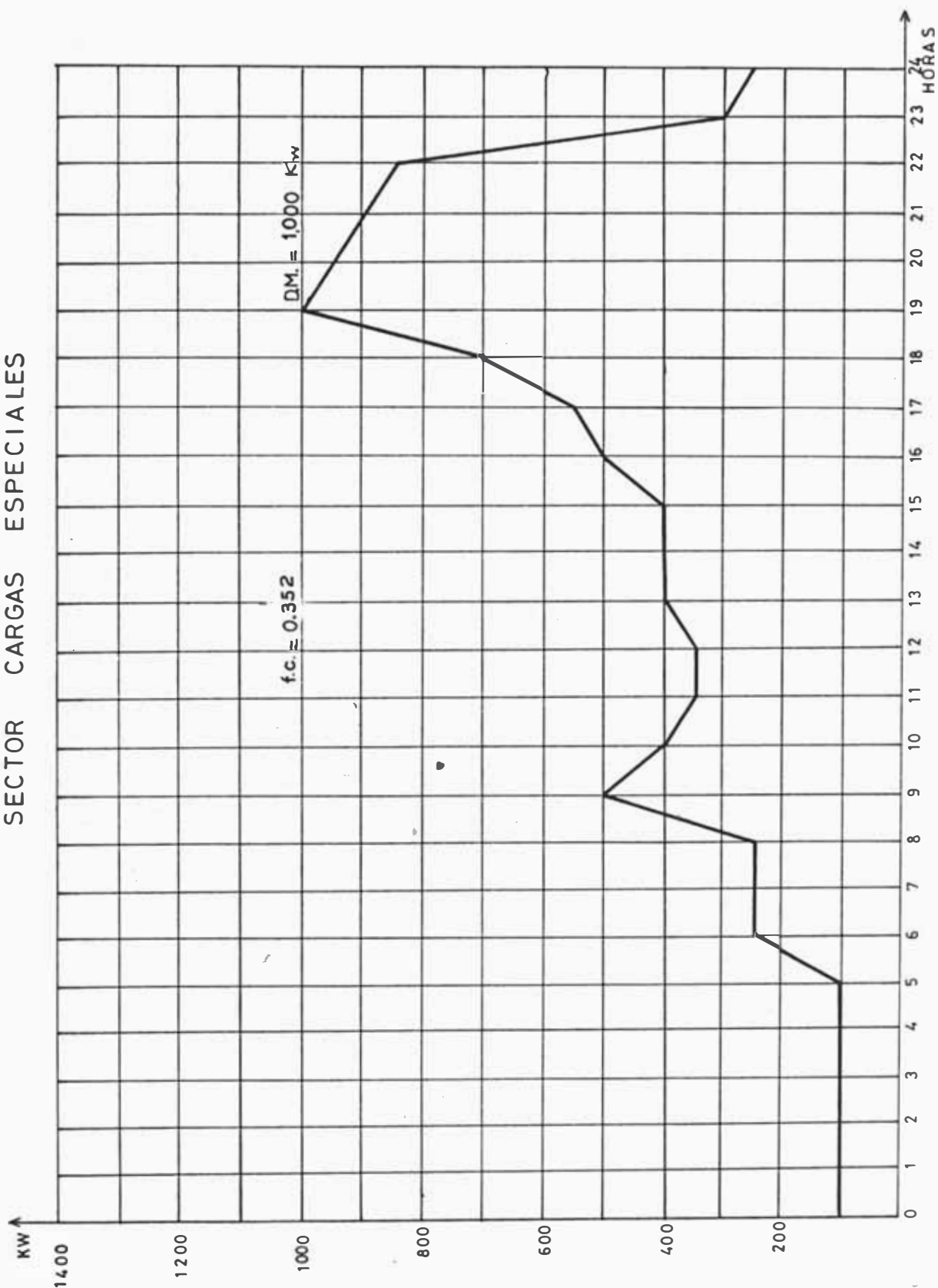
De 00:00 a 05:00 horas un 10% de la potencia operando,  
de 05:00 a 10:00 horas aumenta a un 40%  
de 10:00 a 12:00 horas baja a un 20%  
de 12:00 a 14:00 horas aumenta a un 40%  
de 14:00 a 17:00 horas baja a un 20%  
de 17:00 a 18:00 horas aumenta a un 50%  
de 18:00 a 20:00 horas alcanza la máxima demanda  
de 20:00 a 22:00 horas baja al 60% y de  
22:00 a 24:00 horas tenemos un 10% de la máxima demanda.

#### 2.8.3.6 Demanda global para fines de 1982

Para obtener la demanda global sumaremos las cargas para el sector doméstico, comercial, industrial, alumbrado público y cargas especiales, hora a hora, bajo la hipótesis de que para un sistema bien diseñado las pérdidas sean del orden de 5% a la hora punta.

En la tabla Nº 25 mostramos los resultados obtenidos, como también los gráficos, mostrando la máxima demanda para fines - del año 1982 para la ciudad de Pucallpa, considerando además que el consumo propio de la central es pequeño.

GRAFICO G-14  
 DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA - AÑO 1982  
 SECTOR CARGAS ESPECIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
 PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
 ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION  
 DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:  
 JAIME E. PEZO PEREZ  
 INGENIERIA  
 MECANICA-ELECTRICA  
 CODIGO:  
 741274 - A

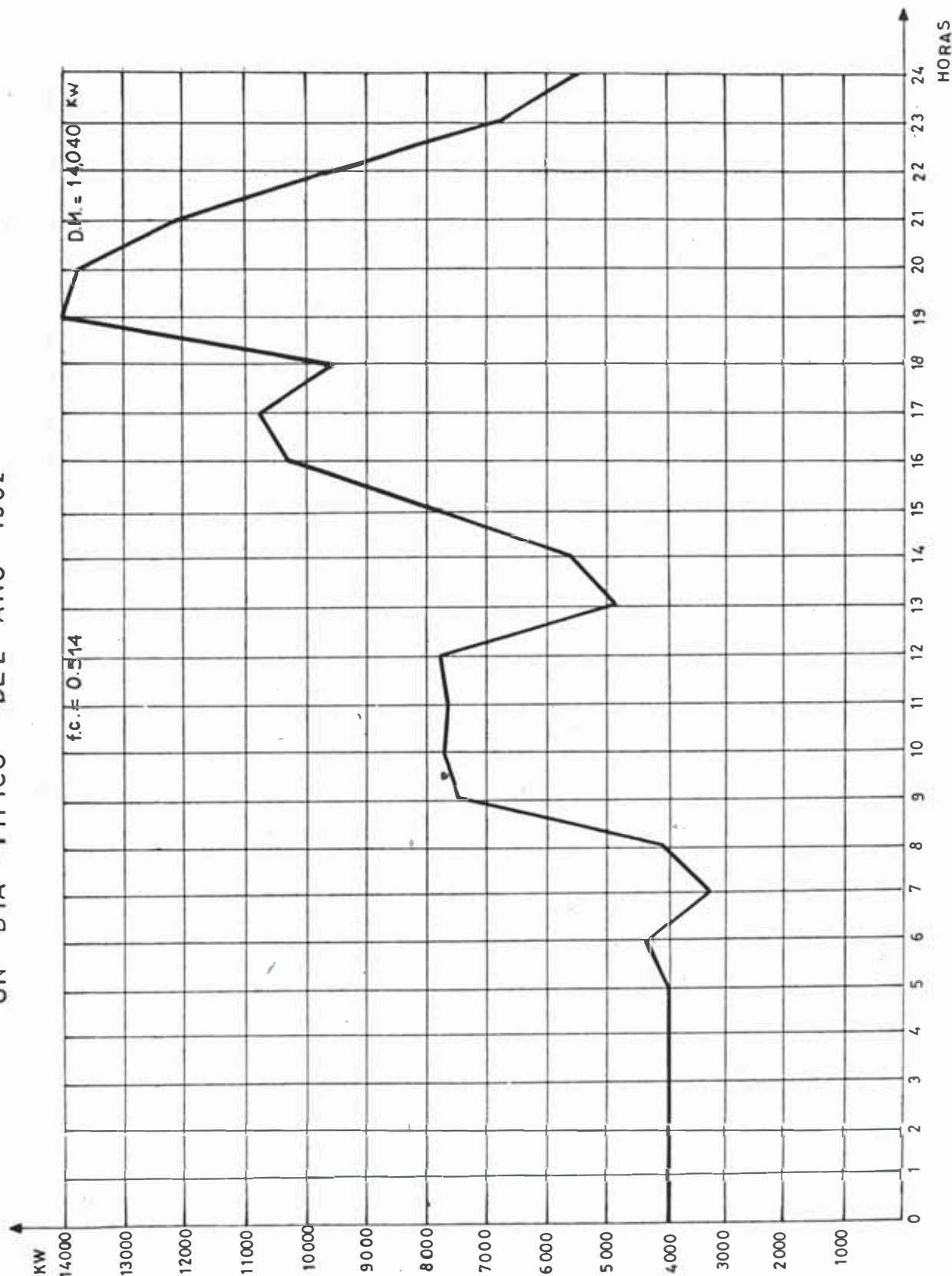
TABLA Nº 25

VALORES TEORICOS DE CARGAS GLOBALES (KW) PARA UN DIA TIPOICO DE 1982 - PUCALLPA

Horas	Residencial	Comercial	Industrial	Al público	C. Especiales	Sub-Total	Pérra.	Total
0-5	800	200	1,800	1,027	100	3,927	73	4,000
5-6	900	250	1,800	1,027	250	4,227	73	4,300
6-7	1,000	200	1,800	-	250	3,250	50	3,300
7-8	1,000	250	2,500	-	250	4,000	100	4,100
8-9	1,200	500	5,000	-	500	7,200	250	7,450
9-10	1,500	600	5,000	-	400	7,500	200	7,700
10-11	1,600	500	5,000	-	350	7,450	200	7,650
11-12	1,800	500	5,000	-	350	7,650	200	7,850
12-13	1,500	300	2,500	-	400	4,700	150	4,850
13-14	1,800	250	3,000	-	400	5,450	150	5,600
14-15	3,000	200	4,000	-	400	7,600	200	7,800
15-16	4,000	400	5,000	-	500	9,900	400	10,300
16-17	4,000	600	5,103	-	550	10,253	447	10,700
17-18	5,000	800	2,800	-	700	9,300	300	9,600
18-19	8,119	1,518	1,800	1,027	1,000	13,469	576	14,040
19-20	8,119	1,300	1,800	1,027	950	13,196	564	13,760
20-21	7,000	900	1,800	1,027	900	11,627	473	12,100
21-22	5,000	700	1,800	1,027	850	9,377	323	9,700
22-23	3,000	500	1,800	1,027	300	6,627	173	6,800
23-24	2,000	300	1,800	1,027	250	5,377	123	5,500



**GRAFICO G-15**  
**DIAGRAMA TEORICO DE CARGA DIARIA DE**  
**UN DIA TIPICO DEL AÑO 1982**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

**PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL**

**ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA**

NOMBRE:

**JAIME E. PEZO PEREZ**

**INGENIERIA**

**MECANICA-ELECTRICA**

CODIGO:

**741274 - A**

2.8.3.7 Demanda real año 1982

Central Eléctrica de Pucallpa

Mes de noviembre de 1982

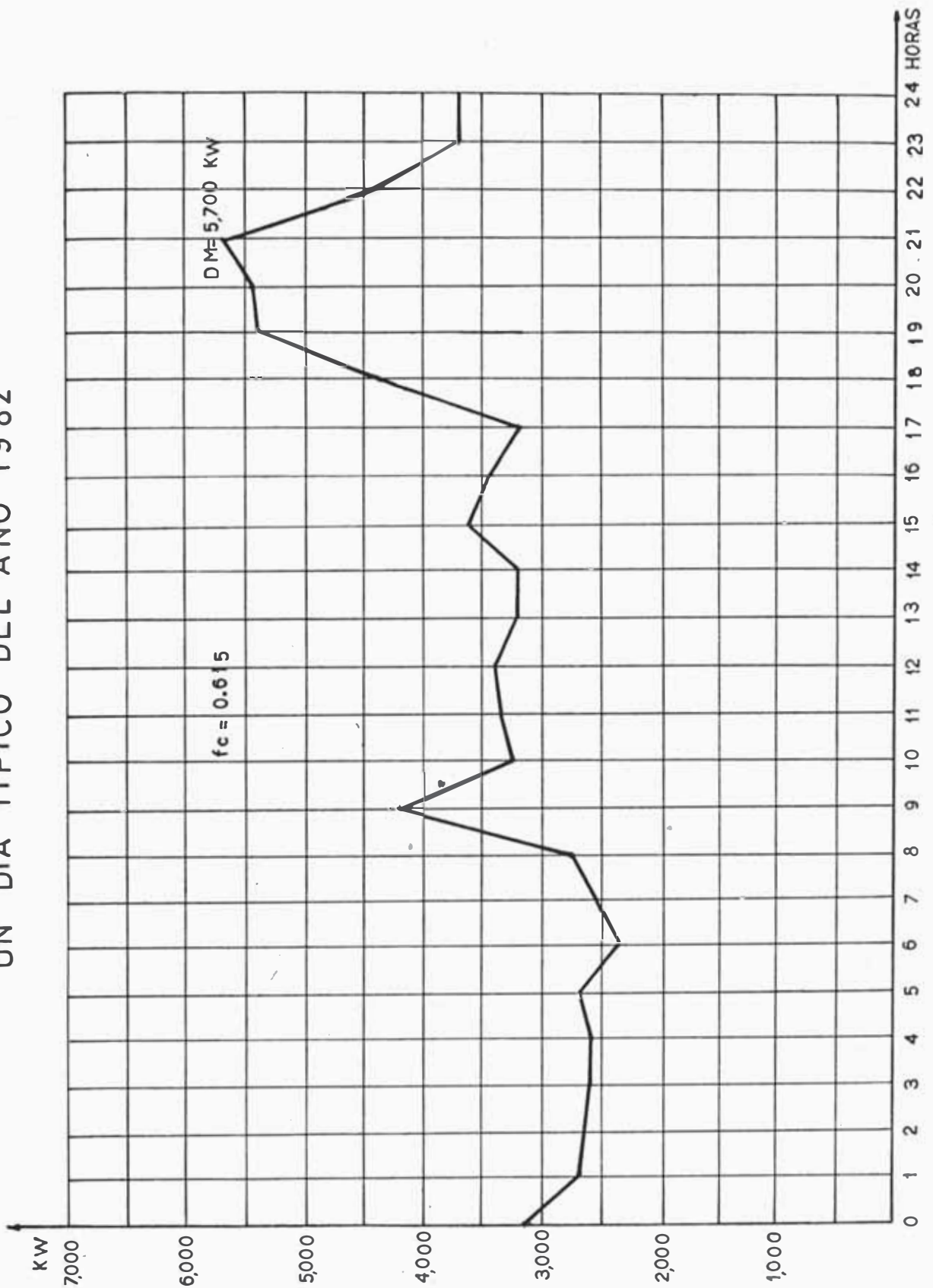
Día martes 23 a horas 21:00

TABLA Nº 26

VALORES DEL DIA DE MAXIMA DEMANDA - 1982

Hora	AMPERAJES			VOLTAJE			Factor Potencia	Kw
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	Cos $\phi$	
0.00	615	615	615	4160	4160	4160	0.71	3150
1.00	490	490	490	4160	4160	4160	0.76	2700
2.00	480	480	480	4160	4160	4160	0.76	2650
3.00	470	470	470	4160	4160	4160	0.76	2600
4.00	470	470	470	4160	4160	4160	0.76	2600
5.00	480	480	480	4160	4160	4160	0.78	2700
6.00	460	460	460	4160	4160	4160	0.72	2400
7.00	490	490	490	4160	4160	4160	0.72	2550
8.00	540	540	540	4160	4160	4160	0.70	2750
9.00	790	790	790	4160	4160	4160	0.73	4200
10.00	635	635	635	4160	4160	4160	0.71	3250
11.00	635	635	635	4160	4160	4160	0.73	3350
12.00	635	635	635	4160	4160	4160	0.74	3400
13.00	580	580	580	4160	4160	4160	0.76	3200
14.00	590	590	590	4160	4160	4160	0.75	3200
15.00	630	630	630	4160	4160	4160	0.79	3600
16.00	630	630	630	4160	4160	4160	0.76	3450
17.00	560	560	560	4160	4160	4160	0.79	3200
18.00	800	800	800	4160	4160	4160	0.76	4400
19.00	920	920	920	4160	4160	4160	0.81	5400
20.00	940	940	940	4160	4160	4160	0.80	5460
21.00	884	884	884	4160	4160	4160	0.89	5700
22.00	725	725	725	4160	4160	4160	0.83	4400
23.00	600	600	600	4160	4160	4160	0.85	3700
24.00	600	600	600	4160	4160	4160	0.85	3700

GRAFICO G-16  
 DIAGRAMA REAL DE CARGA DIARIA DE  
 UN DIA TIPICO DEL AÑO 1982



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION  
 DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA ELECTRICA

CODIGO:

741274 - A

CAPITULO III  
OFERTA DE POTENCIA Y ENERGIA

La ciudad de Pucallpa cuenta en la actualidad (fines del año 1982), con una potencia suministrada por dos centrales interconectadas; la primera que se encuentra en la zona urbana de Pucallpa, puesta en funcionamiento en julio de 1964 y la segunda que se encuentra en Yarinacocha.

La central de Pucallpa está compuesta por:

GRUPO N°	MARCA	POTENCIA NOMINAL (KVA)
1	Alco	3,125 *
2	General Motors	3,125 *
3	General Motors	3,125 *

\* Grupos para un  $\cos \phi = 0.8$

La central de Yarinacocha compuesta por:

GRUPO N°	MARCA	POTENCIA NOMINAL (KVA)
1	Zulzer	1,875 *
2	Zulzer	1,875 *

\* Grupos para un  $\cos \phi = 0.8$

Siendo la potencia total instalada de 13,125 KVA; los cuales se pusieron en operación en los siguientes años:

Grupo	Año	Potencia (Kw)
ALCO N° 2	1982	2,500
G.M. N° 1	1979	2,500
G.M. N° 2	1979	2,500
ZULZER N° 1	1976	1,500
ZULZER N° 2	1976	1,500

Estos grupos se encontraban en funcionamiento a fines del año 1982.

Los Kw efectivos lo mostraremos a continuación para el alternador.

Motor Primo	Marca	G.M.N° 1	G.M.N° 2	Alco 2 *	Zulzer N° 1	Zulzer N° 2	Total
Alter- nador	Tipo de Ge- neración	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	
	Kw nominal	2,500	2,500	2,500	1,500	1,500	10,500
	Kw efec- tivo	1,800	1,800	1,800	1,100	1,100	7,600

Nota: La potencia efectiva es la potencia máxima capaz de entregarse en bornes del alternador, considerándose pérdidas de potencia por altura, relativa baja eficiente, vida útil, etc.

\* Paralizado en reparación.

La descripción de estos grupos lo mostramos a continuación.

TABLA Nº 27

CENTRAL DE PUCALLPA - FINES 1982

MOTOR PRIMO	Unidad Nº 1	Unidad Nº 2	Unidad Nº 3	Unidad Nº 4	Unidad Nº 5
	ALCO Nº 2 *	G.M. Nº 1	G.M. Nº 2	ZULZER Nº 1	ZULZER Nº 2
Tipo	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Fabricante	Alco Eng.Div.	General Motor	General Motor	Zulzer	Zulzer
Potencia (HP)	3,600	3,600	3,600	2,160	2,160
Velocidad (RPM)	900	900	900	300	300
Altura instalada (m.s.n.m.)	200	200	200	200	200
Generador					
Fabricante	Beloit R.V.Sist.	Elect.Motive Div.	Elect. Motive Div.	Elect.Machine	Elect.Machine
Potencia	3,125	3,125	3,125	1,875	1,875
Factor de potencia	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Potencia (Kw)	2,500	2,500	2,500	1,500	1,500
Tensión nominal	4,160	4,160	4,160	4,160	4,160
Frecuencia (Hz)	60	60	60	60	60
Velocidad (R.P.M.)	900	900	900	300	300
Año puesta servicio	1,978	1,979	1,979	1,976	1,976
Horas de operación anual 1982	-	8,330	2,620	5,471	5,860

\* Paralizado desde el 25-08-81 por deflexión del cigüeñal.

3.1 Energía y potencia a fines de 1982

Rubro	KWH
a) Energía generada en todas las centrales	26'967,400
b) Compra de terceros	-
c) Consumo propio de las centrales	1'570,970
d) Ventas a terceros	-
e) Pérdidas en los sist. de distribución	5'512,018
f) Energía generada a los sist.de distrib.	19'884,412
Máxima demanda Kw	5,700
Día y mes de máxima demanda	23-11-82

\* Debe cumplirse que  $a + b = c + d + e + f$

3.1.1 Máxima demanda mes a mes - año 1982

Mes	Máxima demanda (Kw)
Enero	4,950
Febrero	4,650
Marzo	5,200
Abril	4,900
Mayo	5,300
Junio	5,300
Julio	5,600
Agosto	5,550
Setiembre	5,500
Octubre	5,500
Noviembre	5,700
Diciembre	4,970

Cabe destacar que la potencia efectiva que puede entregar las centrales de Pucallpa hasta fines del año 1982 era de 5,800 Kw, y no los 7,600 Kw debido a que el Grupo Alco N° 2 se encontraba en reparación. Como consecuencia de esto la potencia efectiva de la Central sería 5,800 Kw (a un  $\text{Cos } \emptyset = 0.8$ ).

Aceptando el concepto más conservador de potencia garantizada que establece que: "La potencia garantizada es igual a la suma de la potencia efectiva en todas las máquinas, menos la potencia de la máquina de mayor potencia"; por lo tanto la potencia garantizada será: 4,000 Kw - ( $\text{Cos } \emptyset = 0.8$ ).

La expresión anterior indica que las centrales de Pucallpa y Yarinacocha no garantizan la actual demanda por ser del orden de los 5,700 Kw, salvo en el caso de que se recurra a una sobrecarga de los motores, práctica que no es conveniente porque acorta los intervalos de mantenimiento y la vida de la central, más aún la eficiencia de la máquina baja considerablemente trayendo consigo el mal aprovechamiento del combustible; debe tomarse en cuenta que la sobrecarga del 10% por períodos de una hora en 24 horas que suelen admitir los fabricantes no debe ser considerada para garantizar la potencia sino sólo en casos de emergencia.



### 3.1.2 Sistema interconectado

En el sistema interconectado actualmente existe una línea que transporta energía de la central térmica de Yarinacocha al centro de reparto ubicado en la sub-estación de Pucallpa para superar temporalmente el déficit de energía que se tiene. Este sistema interconectado lo hace a través de una línea de 2.3 Kv., dado que en la central de Yarinacocha solamente existe una potencia instalada de 3,000 Kw.

Cuando se llegue a instalar el primer grupo Skoda, también se debe instalar una línea de transmisión de 60 KV de tal manera que esté sobredimensionada.

Inicialmente, para hacer el equipamiento total, sin necesidad de estar variando el diseño de la línea.

Como el equipamiento se realizará hasta el año 2,000, el sistema interconectado quedará como un sistema aislado; pero en el año 1998 este sistema se integrará al sistema interconectado nacional, coincidente con la entrada en funcionamiento de la central hidroeléctrica de Chaglla, desde donde con una línea de doble terna a 220 Kv hasta Zapallal permitirán evacuar su energía.

Adicionalmente el sistema centro podría incorporar la carga de Pucallpa mediante una línea de simple terna a 220 Kv., quedando de esta manera solucionado el problema energético de la ciudad de Pucallpa.

CAPITULO IV  
PROYECCION DE LA DEMANDA PARA EL  
PERIODO DE ESTUDIO

4.1 Proyección de la demanda según análisis propios

De la tabla N° 20, Registros históricos de consumo de energía de la ciudad de Pucallpa hasta el año 1982, tenemos que:

Potencia de máxima demanda	Energía
5,700 Kw	26,967 Mwh

Según el análisis realizado en el acápite 2.8.3.6 y la tabla N° 25, tenemos:

Potencia de máxima demanda	Energía
14,040 Kw	67,392 Mwh

De acuerdo a las informaciones de ElectroPerú el promedio de la máxima demanda anual representa un 60% para la energía generada, tomando esta consideración y suponiendo una variación de 7.5% para la demanda teórica tendremos que el promedio de 14,040 será:  $14,040 \times 0.925 \approx 13,000$  Kw.

Para la energía generada tendremos:

$$13,000 \times 24 \times 30 \times 12 \times 0.6 = 67,392 \text{ Kwh.}$$

Esto para el año 1982.

Para lograr los valores de demanda con el segundo método se requiere implementar una infraestructura que represente una buena inversión.

Para el caso de la ciudad de Pucallpa se está implementando una central térmica de 20,000 Kw para su funcionamiento en el año 1985, con la cual cubriría la demanda de 1982.

Para analizar el crecimiento de la demanda nos basaremos en hipótesis que sirvan de base para su sustentación.

- a) Como sabemos se ha programado poner en funcionamiento la central térmica de Pucallpa para el año 1985, en consecuencia los valores de demanda de 1982 lo alcanzaremos recién en el año 1985.
- b) A partir de 1985 hasta fines de 1990 se tomarán hipótesis adicionales de desarrollo.

#### HIPOTESIS 1

El desarrollo económico de la zona lleva un ritmo muy lento, como consecuencia de esto podríamos considerar un crecimiento de 6% en lo que a potencia se refiere.

#### HIPOTESIS 2

El desarrollo económico es moderado considerando que se lleva a cabo proyectos por la Corporación Departamental de Ucayali, y algunos proyectos particulares, en consecuencia podemos considerar un 8% de crecimiento de potencia de máxima demanda.

#### HIPOTESIS 3

Existe un desarrollo muy acentuado en la ciudad, consideraremos para este caso una tasa del 10% en lo referente a potencia.

Según este planteamiento adoptado para el desarrollo del servicio de electricidad, la hipótesis de haberse formulado con un crecimiento del 6%, implica un estancamiento económico y social.

Los valores de la hipótesis N° 2 del 8% implica valores esperados de acuerdo con el desarrollo que todos esperamos del país; y la hipótesis N° 3 es lo que se esperaría, pero tiene la dificultad de que las inversiones serían altas tanto en la industria, como también la infraestructura de la ciudad; considerando este caso como difícil puesto que en el desarrollo del país todos los Departamentos requieren apoyo económico por parte del Gobierno central, como consecuencia de esto todos los Departamentos no podrían salir adelante con la misma rapidez; por lo tanto la posibilidad de desarrollo de la ciudad es con la HIPÓTESIS N° 2.

Seguidamente mostraremos la Tabla N° 28 con el crecimiento de máxima demanda con las diferentes hipótesis.

TABLA Nº 28

CRECIMIENTO DE LA POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA EN (KW) EN  
PUCALLPA CON LAS TRES HIPOTESIS ADOPTADAS

AÑO	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3
1983	6,735 (1)	6,735 (1)	6,735 (1)
1984	10,387 (2)	10,387 (2)	10,387 (2)
1985	14,040 (3)	14,040 (3)	14,040 (3)
1986	14,882	15,163	15,444
1987	15,775	16,376	16,988
1988	16,722	17,686	18,687
1989	17,725	19,101	20,556
1990	18,789	20,629	22,611
1991	19,916	22,280	24,873
1992	21,110	24,062	27,360
1993	22,378	25,987	30,096
1994	23,720	28,066	33,105
1995	25,143	30,311	36,416
1996	26,652	32,736	40,057
1997	28,251	35,355	44,063
1998	29,946	38,183	48,470
1999	31,743	41,238	53,316
2000	33,647	44,537	58,648

(1) Dato de la curva de ajuste

(2) Valor promedio entre (1) y (3)

(3) Dato obtenido del análisis sectorial.

TABLA N° 29  
CRECIMIENTO DE LA ENERGIA PRODUCIDA EN PUCALLPA CON  
LAS TRES HIPOTESIS (MWH)

AÑO	HIPOTESIS 1	HIPOTESIS 2	HIPOTESIS 3
1983	29,419 (1)	29,419 (1)	29,419 (1)
1984	48,405 (2)	48,405 (2)	48,405 (2)
1985	67,392 (3)	67,392 (3)	67,392 (3)
1986	71,435	72,783	74,131
1987	75,722	78,606	81,544
1988	80,265	84,894	89,699
1989	85,080	91,685	98,668
1990	90,186	99,020	108,535
1991	95,597	106,942	119,389
1992	101,333	115,497	131,328
1993	107,413	124,737	144,460
1994	113,857	134,716	158,907
1995	120,689	145,493	174,797
1996	127,930	157,133	192,277
1997	135,606	169,703	211,505
1998	143,742	183,280	232,655
1999	152,367	197,942	255,921
2000	161,509	213,777	281,513

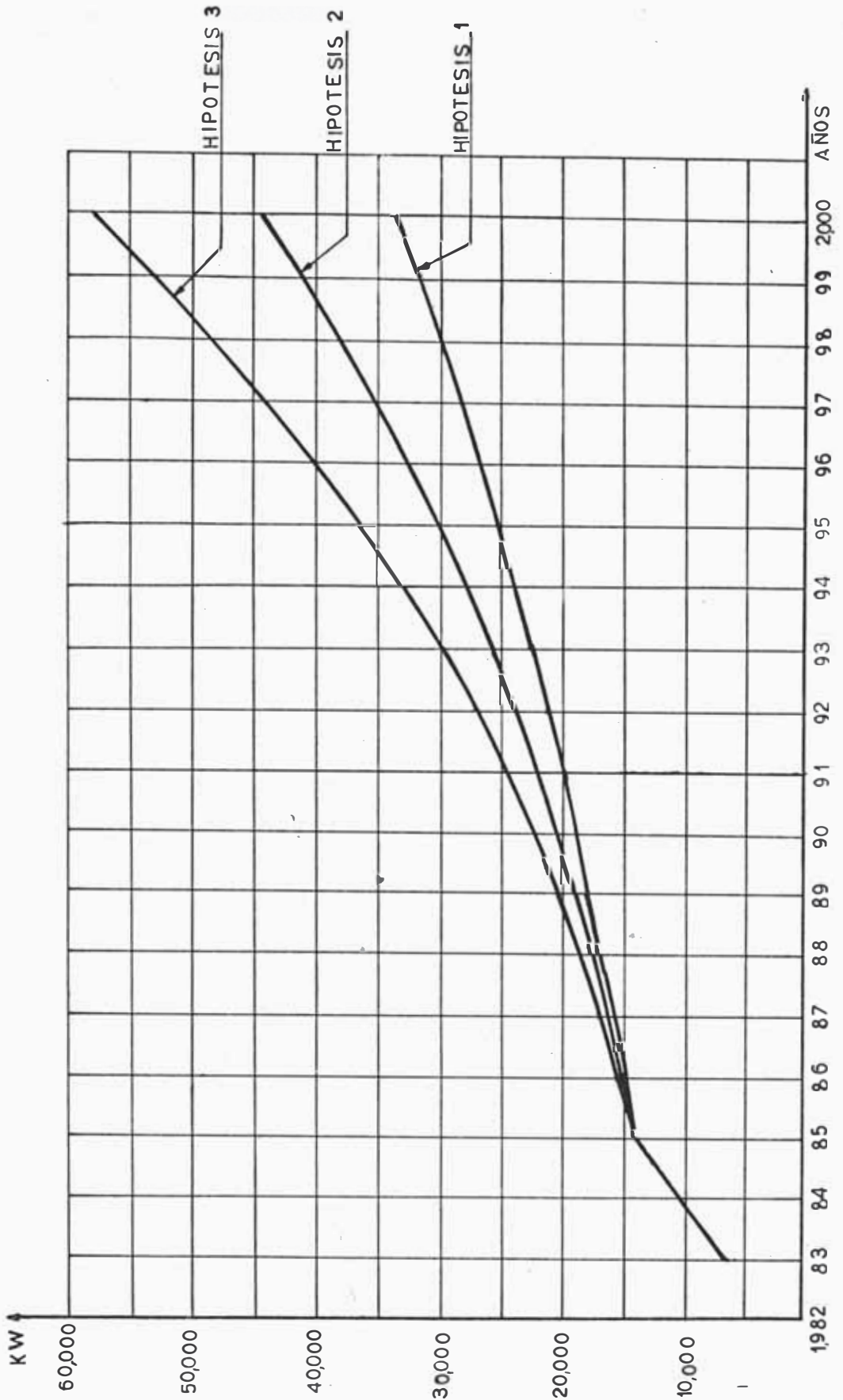
(1) Dato de la curva de ajuste

(2) Valor promedio entre (1) y (3)

(3) Dato del análisis sectorial.

GRAFICO G-17

PROYECCION DE POTENCIA DE MAXIMA DEMANDA EN PUCALLPA  
( ANALISIS SECTORIAL )



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE:

JAIME E. PEZO PEREZ

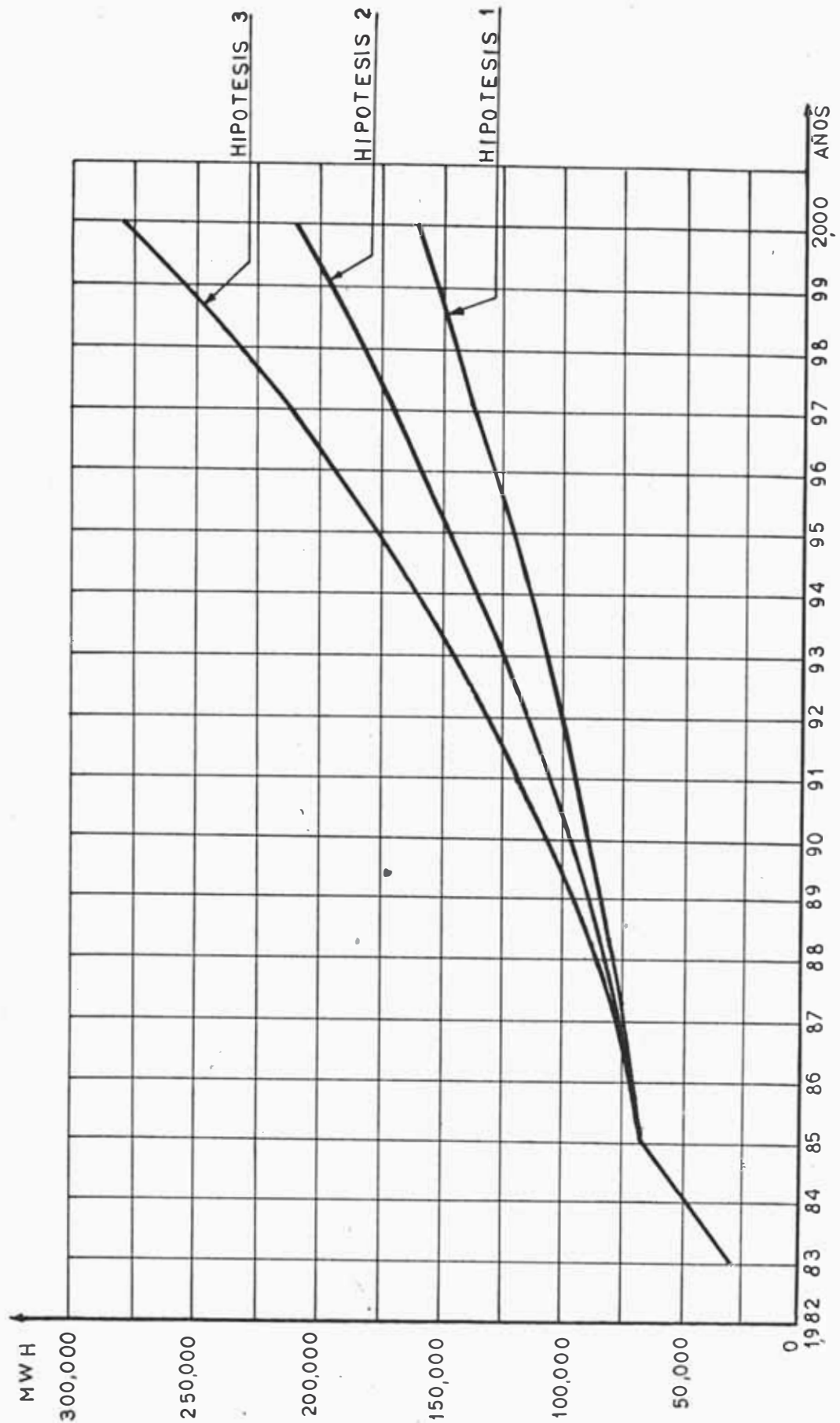
INGENIERIA

MECANICA\_ELECTRICA

CODIGO:

741274\_ A

**GRAFICO G-18**  
**PROYECCION DE ENERGIA PRODUCIDA EN PUCALLPA**  
 ( ANALISIS SECTORIAL )



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

ESTUDIO DEL EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD DE PUCALLPA

NOMBRE :

JAIME E. PEZO PEREZ

INGENIERIA

MECANICA ELECTRICA

CODIGO :

741274 - A



#### 4.2 Proyección para el sistema interconectado

La central térmica existente en la ciudad de Pucallpa se la considera como carga aislada de todo el sistema interconectado en el país. Pero existe un sistema interconectado interno, dentro de la misma ciudad de Pucallpa, constituido desde la central nueva (ubicada en Yarinacocha) y la central antigua (zona urbana de Pucallpa).

Para satisfacer debidamente la demanda de energía en la zona urbana de Pucallpa y las industrias, se ha proyectado llevar a cabo el tendido de dos líneas de transmisión desde Yarinacocha hasta Pucallpa, de la siguiente manera:

##### a) Línea de transmisión Pucallpa-Yarinacocha:

El proyecto comprende los siguientes aspectos:

Línea : Yarinacocha-Pucallpa  
60 Kv - 11.5 Km - 1 terna

Sub-estación : Yarinacocha (ampliación)  
Pucallpa 60/10 Kv, 14 MVA

##### b) Línea de transmisión Pucallpa-Parque industrial:

Este proyecto permitirá aumentar la capacidad de utilización proveniente de la central térmica de Yarinacocha, además impulsar el desarrollo industrial de la ciudad alimentando mediante una línea de 60 Kv hacia el parque industrial que se derivará de la línea de transmisión Yarinacocha-Pucallpa.

Línea : Derivación-Parque industrial  
60 Kv, 6 Km., 1 terna.

Sub-estación : Yarinacocha 60/10 Kv, 14 MVA  
adicionales

Parque industrial 60/10 Kv, 14 MVA.

#### 4.3 Proyección de la demanda según el proyecto de energía eléctrica en el Perú

De acuerdo con los estudios y proyecciones realizadas por la Montreal Engineering (OVERSEAS) Limited del estudio del mercado de energía eléctrica para la ciudad de Pucallpa, tenemos lo siguiente:

	Máxima demanda Kw x 10 <sup>3</sup>			Promedio anual de tasa de crecimiento	
	1978	1989	2004	78-89	78-2004
Existente	2.9	8.5	22.6	10.3	8.2
Integrable a corto plazo	6.1	9.6	19.9	4.2	4.7
Total	9.0	18.1	42.5	6.6	6.2

En la siguiente Tabla mostraremos el pronóstico de los límites superiores e inferiores de carga realizados por OVERSEAS, en el cual nos daremos cuenta que los cálculos realizados anteriormente se encuentran cercanos a los estudios realizados. La tabla N° 30 nos muestra los resultados.

Pronóstico que nos sirve de referencia para nuestro propósito.

TABLA Nº 30

PRONOSTICOS LIMITES SUPERIORES E INFERIORES DE MAXIMA DEMANDA

Año	Alta Mw	Baja Mw	Fact. de sensibilid.		Pronóstico de mejor estimado (Mw)
			Alta	Baja	
1980	3.3	3.2	1.020	0.990	3.2
1981	3.7	3.5	1.030	0.985	3.6
1982	9.5	8.9	1.041	0.980	9.1
1983	10.1	9.4	1.051	0.975	9.6
1984	16.5	15.0	1.062	0.970	15.5
1985	17.5	15.7	1.072	0.966	16.3
1986	18.6	16.5	1.083	0.961	17.2
1987	20.3	17.8	1.094	0.956	18.6
1988	22.0	18.9	1.105	0.951	19.9
1989	23.9	20.2	1.116	0.946	21.4
1990	25.8	21.6	1.127	0.942	22.9
1991	27.2	22.4	1.138	0.937	23.9
1992	29.1	23.6	1.149	0.932	25.3
1993	31.0	24.8	1.161	0.928	26.7
1994	32.7	25.7	1.173	0.923	27.9
1995	34.9	27.1	1.184	0.918	29.5
1996	37.3	28.6	1.196	0.914	31.2
1997	39.9	30.0	1.208	0.910	33.0
1998	42.6	31.6	1.220	0.905	34.9
1999	45.1	32.9	1.232	0.900	36.6
2000	48.3	34.8	1.245	0.896	38.8

Seguidamente mostraremos el factor de carga anual.

TABLA Nº 31

PROYECCION DE LOS FACTORES DE CARGA ANUAL

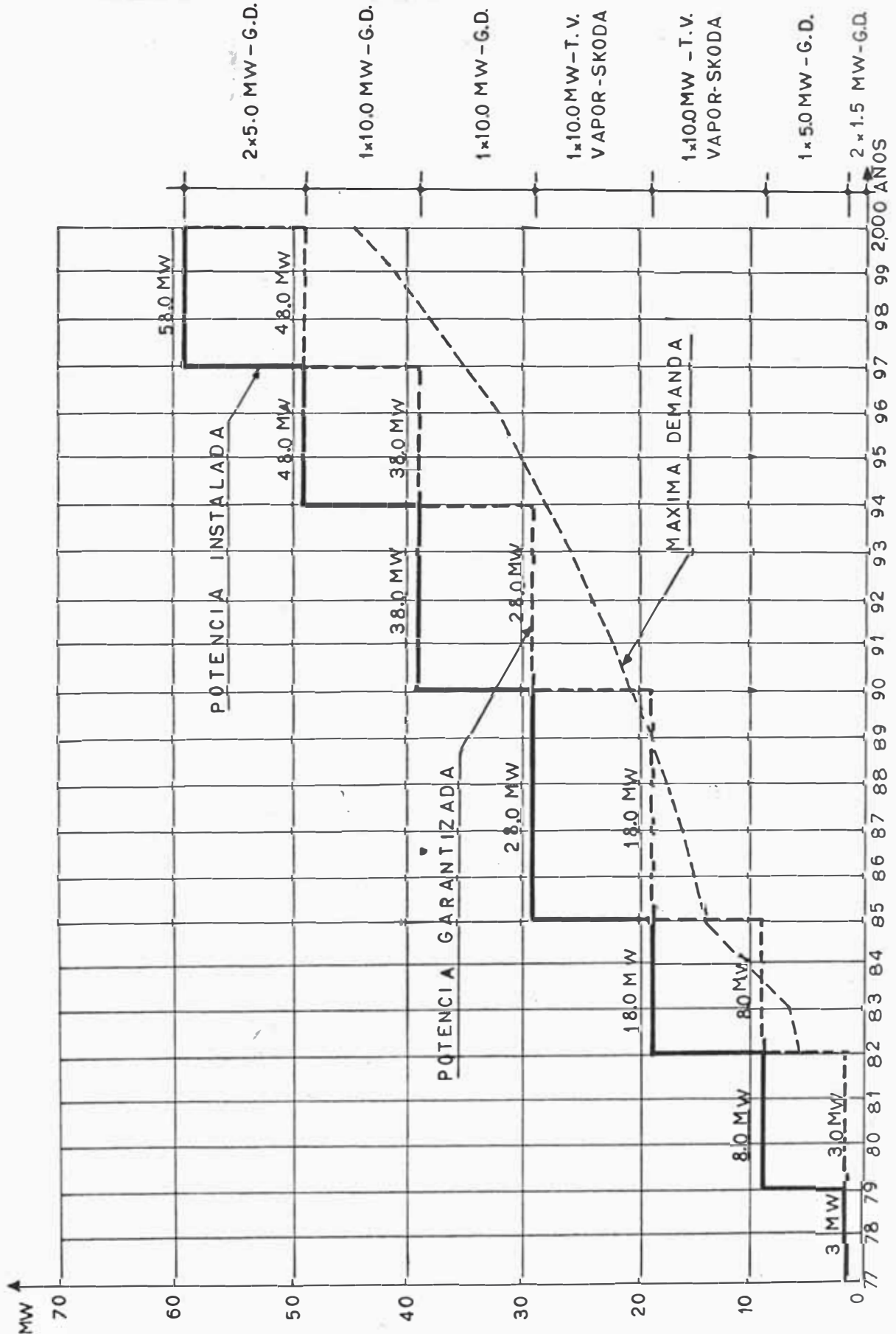
Año	f.c. (análisis propios)	f.c. (OVERSEAS)
1983	0.53	0.436
1984	0.49	0.438
1985	0.44	0.440
1986	0.44	0.442
1987	0.44	0.444
1988	0.44	0.446
1989	0.44	0.448
1990	0.44	0.450
1991	0.44	0.452
1992	0.44	0.454
1993	0.44	0.456
1994	0.44	0.458
1995	0.44	0.460
1996	0.44	0.462
1997	0.44	0.466
1998	0.44	0.468
1999	0.44	0.470
2000	0.44	0.472

Nota.- El factor de carga obtenido mediante nuestros análisis se encontró aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{FACTOR DE CARGA ANUAL} = \frac{\text{ENERGIA DISTRIBUIDA ANUAL}}{\text{MAX. DEMANDA DEL AÑO} \times 8760 \text{ hrs.}}$$

GRAFICO G-19

BALANCE OFERTA-DEMANDA : PUCALLPA



## CAPITULO V

### PROGRAMA DE EQUIPAMIENTO

El programa de equipamiento se llevará a cabo mediante la elección de las potencias a emplearse haciendo las respectivas justificaciones de las decisiones a tomarse.

Este programa de equipamiento ya se encuentra en marcha con una central térmica de 20 MW a instalarse en la ciudad de Pucallpa, y que se encuentran repartidos en grupos de 10 Mw cada una, esto trae consigo un posible fraccionamiento de potencia para poner en marcha los grupos cuando la demanda de energía eléctrica así lo requiera.

De acuerdo con las informaciones y datos recopilados de la ciudad de Pucallpa, actualmente cuenta con dos centrales que se encuentran interconectadas; una central antigua ubicada en el centro de la zona urbana de la ciudad de Pucallpa donde se están instalando nuevos grupos térmicos y no existe área disponible para otras ampliaciones; y otra central térmica nueva ubicada en Yarinacocha a escasos kilómetros de la zona urbana de la ciudad de Pucallpa donde sí existe suficiente espacio para ampliaciones en base a grupos diesel y a vapor.

Para la expansión de las plantas existentes consideramos el espacio disponible para ampliaciones, y en cuanto a la infraestructu

ra se requiere disponibilidad de agua, transporte, almacenamiento de combustible, transporte de equipos, etc.

Con estos requerimientos para las ampliaciones consideramos que el equipamiento de potencia será hecho en la central térmica de Yarinacocha. Por consiguiente la central térmica de Pucallpa pasará a ser una central de emergencia con la finalidad de suministrar energía eléctrica a ciertas cargas en caso en que se interrumpa el enlace.

### 5.1 Criterios para la selección de grupos

Los criterios utilizados para seleccionar los tipos de unidades estuvieron basados en la práctica normal.

- Las unidades termoeléctricas utilizadas para trabajo de carga base deben utilizar el combustible de menor precio disponible y tener las altas eficiencias y disponibilidades que se requieren para operar a factores de altas capacidades. Estas unidades son escogidas a carbón y petróleo residual, unidades nucleares y unidades diesel eléctricas.

- Las centrales para trabajo de medio rango deben tener también relativamente altas eficiencias y disponibilidad ya que operan a factores de carga media; las centrales escogidas para operar en este rango son centrales de ciclo combinado y unidades diesel eléctricas.

- Las unidades para régimen de carga pico pueden tener que ponerse en funcionamiento una vez al día; estas unidades no tienen que ser extremadamente eficientes. Sus unidades de pico se supone que operan en el orden de 2,500 horas por año y por lo tanto hay disponible suficiente tiempo para

efectuar el mantenimiento y un alto grado de redundancia de equipo no se necesita de estas unidades.

Las unidades escogidas son unidades eléctricas a vapor de pico, generadores de turbinas a gas y unidades diesel eléctricas.

Se consideran grupos diesel para cubrir los tres rangos de carga para pequeños centros de carga. Las unidades de 2.5 MW, serán a petróleo diesel de los tipos de alta velocidad para cubrir cargas de punta aproximadamente 2,500 horas/año. Para ampliaciones en el rango de carga media base entre 4,000 y 7,000 hrs/año, los diesel de 5 MW y 10 MW, serán del tipo a petróleo residual de velocidad media.

Para obtener los grupos de base hasta el año 1990 emplearemos la hipótesis N° 2 que es la más conservadora, de acuerdo a esto obtenemos que: para el año 1990 la potencia base del diagrama de carga resulta ser  $0.44 \times 20,629 = 9,076.76$  KW, asumiendo la eficiencia del alternador de 0.95, la potencia mecánica requerida será 9,554.5 KW. Así tenemos que para:

Año	<u>Potencia base (KW)</u>
1990	9,555
1991	10,319
1992	11,144
1993	12,036
1994	12,999
1995	14,039
1996	15,162
1997	16,375
1998	17,684
1999	19,100
2000	20,627



Esto significa que hasta el año 1990 tendremos en base un grupo de 10 Mw, del año 1991 hasta 1996 se debe incrementar un grupo de 5 Mw a la base.

A comienzos de 1997 hasta el año 2000 se tendrá siempre en base 2 grupos de 10 Mw, y el de 5 Mw puede estar en media base o en punta.

De acuerdo a las informaciones obtenidas el primer grupo, va por Skoda de 10 Mw, estaría funcionando en 1985, esto representaría que iría directamente para la potencia base y los 2 grupos Diesel Sulzer estarían en punta; sería recomendable obtener un grupo Diesel de 5 Mw para los media base.

Tomando en consideración de que la compra de 2 grupos vapor Skoda de 10 Mw cada una es una realidad, y la existencia de 2 grupos Zulzer de 1.5 Mw, tendríamos que considerar para nuestro programa de equipamiento.

Teniendo en consideración lo anterior, los criterios para es coger los grupos tanto para turbinas a vapor, turbinas a gas, y grupos Diesel, mencionaremos las centrales futuras.

- Turbina a vapor de base : 10, 20, 50, 100, 150, 200, 300 Mw.
- Turbina a gas de punta : 25, 50, 100 Mw.
- Diesel, de punta : 2.5 Mw
- .de media base : 5.10 Mw
- .de base : 25 Mw

Asumiendo períodos de operación:

Carga base	: 6,000 a 8,760 horas/año
Carga media base	: 2,500 a 6,000 "
Carga punta	: 0 a 2,500 "

De acuerdo a la realidad existente en la ciudad de Pucallpa, los posibles grupos que serán analizados son:

- Turbina a vapor de : 10 y 20 MW
- Grupo Diesel de : 2.5, 5, 10 y 25 MW.

La turbina a gas no será analizada porque la reserva de gas existente en Aguaytía hasta la actualidad no es tomada en consideración en cuanto a su verdadero potencial.

## 5.2 Análisis de los grupos

### 5.2.1 Análisis del grupo más recomendable

Para saber cual es el grupo que más se adecúa a nuestra realidad, teniendo una mayor vida útil y un menor costo de operación y mantenimiento, analizaremos las centrales diesel, centrales a vapor y centrales a gas; dado que en la selva no existen caídas de agua lo suficientes para hacer centrales hidroeléctricas; quedando una alternativa, para el futuro hacer centrales hidroeléctricas en la ceja de selva o en la sierra, que pueda, mediante líneas de transmisión abastecer a toda la amazonía peruana.

### 5.2.2 Vida útil estimada de los grupos

- . Turbinas a vapor : 180,000 horas
- . Turbinas a gas : 40,000 "
- . Grupos diesel:
  - a) Lentos (300 RPM) : 200,000 "
  - b) Semirápidos (600 RPM) : 100,000 "
  - c) Rápidos (900 RMP) : 50,000 "

La vida útil restante se calcula por la siguiente fórmula estimada:

$$V_{ur} = V_{un} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 - H$$

Vida útil restante (hrs.)

Vida útil nueva (hrs.)

Horas de operación acumuladas

Factor de calidad del combustible

Factor de operación del grupo

Factor de calidad de mantenimiento

### 5.3 Alternativas para el programa de equipamiento

Este estudio se realizó a fines del año 1982 en el cual se estaba realizando la construcción de la primera etapa de la central térmica de la ciudad de Pucallpa, consistente en dos grupos de vapor SKODA de 10 Mw cada una; y contando con un servicio de dos grupos Zulzer de 1.5 Mw cada una, interconectado mediante una línea de transmisión con la central antigua de Pucallpa, dan apoyo a la demanda actual existente; tomando en consideración los grupos existentes realizaremos el equipamiento por etapas considerando dos alternativas:

ALTERNATIVA Nº 1. Realizado con grupos de vapor y Diesel de los cuales la potencia instalada es de la siguiente forma:

20 Mw grupos de Vapor

38 Mw grupos Diesel

Con lo cual tendríamos una potencia garantizada solamente hasta el año 2000.

ALTERNATIVA Nº 2. La potencia instalada es de la siguiente forma :

40 MW grupos de Vapor
18 MW grupos Diesel

Esta alternativa nos da un mayor margen del año 2000 de la vida útil de las máquinas.

Estas dos alternativas serán analizadas mediante un análisis comparativo tanto técnico como económico y determinar la alternativa más conveniente.

ALTERNATIVA Nº 1

- . PRIMERA ETAPA: Período de 1982 - fines de 1984  
Requerimiento de potencia instalada: 18 MW  
2 grupos de 1.5 MW ..... Punta Diesel  
1 grupo de 5.0 MW ..... Media - Base Diesel  
1 grupo de 10.0 MW ..... Base vapor SKODA
  
- . SEGUNDA ETAPA: Período de 1985 - fines de 1989  
Requerimiento de potencia instalada: 28 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Base vapor SKODA
  
- . TERCERA ETAPA: Período de 1990 - fines de 1993  
Requerimiento de potencia instalada: 38 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Media Base Diesel
  
- . CUARTA ETAPA: Período de 1994 - fines de 1996  
Requerimiento de potencia instalada: 48 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Media Base Diesel
  
- . QUINTA ETAPA: Período de 1997 - fines del 2000  
Requerimiento de potencia instalada: 58 MW  
2 grupos de 5.0 MW ..... Media Base Diesel o punta.

ALTERNATIVA N° 2

- . PRIMERA ETAPA: Período de 1982 - fines de 1984  
Requerimiento de potencia instalada: 18 MW  
2 grupos de 1.5 MW ..... Punta Diesel  
1 grupo de 5.0 MW ..... Media Base Diesel  
1 grupo de 10.0 MW ..... Base vapor SKODA
  
- . SEGUNDA ETAPA: Período de 1985 - fines de 1989  
Requerimiento de potencia instalada: 28 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Base vapor SKODA
  
- . TERCERA ETAPA: Período de 1990 - fines de 1993  
Requerimiento de potencia instalada: 38 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Media base vapor
  
- . CUARTA ETAPA: Período de 1994 - fines de 1996  
Requerimiento de potencia instalada: 48 MW  
1 grupo de 10.0 MW ..... Base vapor
  
- . QUINTA ETAPA: Período de 1997 - fines del 2000  
Requerimiento de potencia instalada: 58 MW  
2 grupos de 5.0 MW ..... Media Base Diesel o punta.

NOTA.- Tanto en la primera como en la segunda alternativa la potencia instalada requerida es de 58 MW, haciendo el análisis económico definiremos la alternativa conveniente.

## CAPITULO VI

### ANALISIS ECONOMICO O DEL ESTUDIO

Antes de entrar a detallar los costos finales del estudio, veremos inicialmente sobre los costos de inversión de las unidades Diesel Eléctricas y las unidades turbo Vapor.

#### 6.1 Centrales Diesel Eléctricas

Las unidades diesel eléctricas incluyen unidades de generación de 2.5, 5, 10, 25 Mw.

Los generadores Diesel de 25 Mw tienen un alto costo de Kiloatio instalado ya que son unidades especiales de baja velocidad.

Una capacidad de generación de 25 Mw puede ser fácilmente alcanzada a un costo menor por Kw utilizando, digamos, tres unidades de 10 Mw. Las centrales Diesel comprende todos los costos mecánicos, eléctricos y obras civiles, para el equipo y edificios; y los costos de construcción.

Los costos de ingeniería y administración también se incluyen y además para las Diesel de 5, 10, y 25 Mw, los costos de equipo incluyen auxiliares para el tratamiento de petróleo pesado.

Los componentes de costo de las unidades Diesel eléctricas son las siguientes:

- Equipo mecánico
- Equipo eléctrico
- Obras civiles
- Ingeniería y Administración
- Contingencias.

Los equipos mecánicos incluyen transporte marítimo, transporte básico interno y la instalación del equipo. El precio FOB del equipo se basa en la información obtenida de los fabricantes al que se le añadió 10% para obtener precios CIF - puestos en el Perú. Un costo de base para las unidades eléctricas se obtuvo así aplicable a la región de la costa del Perú. Las regiones, tales como Iquitos, Pucallpa, los costos de transporte locales a la ubicación se calcularon y se añadieron a los costos de base de las unidades.

Los costos de las centrales Diesel eléctricas están basados en costos FOB de 2.5 Mw hasta 25 Mw., de estos obtenemos:

Descripción del Item	% Costo FOB
- Generador Diesel y auxiliares (FOB)	100.0
- Transporte y Seguro	10.0
- Instalación	15.0
Costo Equipo mecánico	125.0

De lo cual:

- Costo del equipo mecánico	62.0
- Costo del equipo eléctrico	11.5
- Costo de obras civiles	15.0
- Costo de Ingeniería y Administración	11.5
Costo total de la central	100.0
- Contingencias	15.0



A continuación se ofrece el desglose del dinero extranjero y local utilizado para la primera unidad.

ITEM	Porcentaje del costo	
	Extranjero	Local
Equipo Mecánico	54.0	8.0
Equipo Eléctrico	10.0	1.5
Obras Civiles	1.5	13.4
Ing. y Administración	7.0	4.5
Costo total	72.5	27.5

La reducción para la segunda unidad es la siguiente:

	Porcentaje del costo	
	Extranjero	Local
Costo total	72.0	21.0

A fin de actualizar los costos, el método más sencillo y exacto es obtener costos FOB y recalcular los costos de las centrales.

En la tabla Nº 34 veremos los costos de inversión para las centrales diesel; estos costos son valores Cif puestos en la costa.

Nota.- CIF = Costo, Seguro, Flete.

FOB = Libre a bordo.

TABLA Nº 32

COSTOS DE INVERSION EN CENTRALES DIESEL - 1982

(En miles de dólares)

DESCRIPCION	Tamaño	2.5 Mw		5.0 Mw		10.0 Mw		25 Mw	
	Combust.	Destilado		Residual		Residual		Residual	
		ME	MN	ME	MN	ME	MN	ME	MN
1. Equipo Mecánico (62%)		1194	178	2735	409	4415	660	16609	2482
2. Equipo Eléctrico (11.5%)		221	34	507	75	818	123	3081	461
3. Obras Civiles (15%)		29	301	68	692	111	1116	415	4204
4. Ingeniería y Admininstr.(11.5%)		153	101	350	233	565	376	2125	1416
SUB-TOTAL		1597	614	3660	1409	5909	2275	22230	8563
CONTINGENCIAS (15%)		240	92	549	211	886	341	3335	1284
TOTAL		1837	706	4209	1620	6795	2616	25565	9847
GRAN TOTAL		2543		5,829		9,411		35,412	

MN = Moneda Nacional.

ME = Moneda Extranjera.

Para las ubicaciones remotas los costos sumados de transporte para el componente moneda nacional (MN), en este caso particular para la ciudad de Pucallpa, tenemos:

COSTO DE TRANSPORTE: US \$ x 10<sup>3</sup>

Tipo	1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.	4ta. Unid.
C. Diesel 5	821	728	657	616
C. Diesel 10	1174	1040	939	880

En consecuencia los valores finales de las centrales puestos en la ciudad de Pucallpa son:

TABLA N° 33

COSTO DE INVERSION DE LA CENTRAL DIESEL - PUCALLPA

(En miles de dólares)

Tipo	1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.	4ta. Unid.
C D 5	6650	6149	5787	5570
D D 10	10585	9792	9221	8880

Nota.- Los grupos de 1.5 Mw no consideraremos en los análisis de costos dado que ya se encuentran operando hace varios años; pero si tendremos en cuenta para el programa de equipamiento en general.

### 6.1.1 Desembolsos Diesel

Los desembolsos para las unidades diesel eléctricas se presentan en la siguiente tabla:

TABLA Nº 34  
DESEMBOLSOS - GRUPOS DIESEL

Tamaño	2.5/10.0/25.0 Mw			
Año	1ra. Unid.		2da. Unid.	
	ME	MN	ME	MN
1	4.0	4.0	4.0	4.0
2	48.0	48.0	48.0	48.0
3	48.0	48.0	48.0	48.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

Las plantas Diesel tienen un tiempo de construcción de 30 meses y el desembolso para el año tres cae a mitada del camino de año.

6.1.2 Costos de operación y mantenimiento - Unidades Diesel

Lo mostraremos en la siguiente tabla.

TABLA Nº 35  
COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO - UNIDADES DIESEL

Ubicación y Tamaño	Fijos 1ra. Und.	Fijos 2da. Und.	Períodos Operación	Potencia Disponible	Costos Anuales Increm.	Costos Anuales 1ra. Und.	Costos Anuales 2da. Und.
Mw	US \$ x 10 <sup>3</sup> /a		h/a.	Kw	US\$/10 <sup>3</sup> /a	US \$ x 10 <sup>3</sup> /a	
Pucallpa	24	9	5,000	4,700	113	137	122
	24	9	5,000	9,400	198	222	207

TABLA Nº 36

COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE - UNIDADES DIESEL

Ubicación	Tamaño	Costo Energía (LHV)	Período Oper.	Potencia Dispon.	Consumo Especif. Calor	Costo Anual Combust.
	Mw	US/GJ	h/a	Kw	Kj/Kwh	USx10 <sup>3</sup>
Pucallpa	5	2.62	5,000	4,700	8,550	526
	10	2.62	5,000	9,400	8,430	1,038

LHV = Poder calorífico bajo:

NOTA.- Para el caso de poder calorífico alto el combustible que es petróleo residual es de 2.47 US/GJ.

## 6.2 Centrales Eléctricas a Vapor

Para las centrales eléctricas a vapor con menos de 50 Mw los costos lo traducimos en los siguientes:

<u>Descripción</u>	Costos Directos (%)
- Materiales .....	75.0
- Mano de obra extranjera .....	6.5
- Materiales locales .....	7.5
- Mano de obra local .....	8.0
- Transporte extranjero .....	2.0
	100.0

Los costos indirectos se toman de los valores de emplaza - mientos y equipos, tanto en moneda nacional como en moneda extranjera de la siguiente manera:

- Costos indirectos extranjeros .....	6.5
- Costos indirectos locales .....	4.5

Estos porcentajes son de la suma de moneda nacional más moneda extranjera.

Contingencias 15% al total de los costos directos e indi - rectos.

Los costos de centrales con unidades eléctricas a vapor son para dos rangos de operación diferentes, carga base y carga pico, el primero consiste de unidades sin recalentamiento a va - por de los tamaños de 10, 20, 50, 100 Mw., y unidades con re - calentamiento de 150, 200, 300, y 500 Mw. Las últimas consis - ten de unidades sumamente simples de un solo cilindro sin re -

calentamiento en las dimensiones de 100, 150 y 200 Mw. El es calafón de los costos de material y mano de obra durante el período de construcción no se incluye.

Las centrales a vapor son de construcción, con una parte a la superficie con los turbogeneradores bajo techo, y el generador de vapor al aire libre.

Los costos se dan tanto para la primera unidad de una planta como para una unidad de ampliación.

La primera unidad incluye los costos de desarrollo de: la ubicación, edificio de administración, almacén, taller de mecánica, sala de grúa para la turbina, preparación del área de almacenaje de combustible, planta de pre-tratamiento de agua para relleno, etc.

Estos costos no se utilizan para una segunda o tercera unidad, siempre que no haya cambio en la capacidad de la unidad. Los costos de inversión han sido preparados ya sea para centrales a petróleo residual o carbón bituminoso.

Para las unidades a petróleo el costo de cada unidad incluye almacenaje para un mes de combustible a 75% de la carga base.

El costo del tanque diario se carga a la primera unidad con centrales alimentadas a carbón, la preparación del área de almacenamiento de carbón para un mes, la descarga y el equipo de apilamiento y recuperación se incluye con el costo de la primera unidad así como el transportador a las carboneras.

Los costos de capital para las unidades de carga base de electricidad a vapor se encuentra en la siguiente tabla.



TABLA Nº 37

COSTOS DE INVERSION - UNIDADES A VAPOR - 1982

(En miles de dólares EE.UU.)

Unidad de 10 MW - Pucallpa

TAMAÑO UNIDAD	UNIDADES ELECTRICAS A VAPOR			
Sistema de enfriamiento: Torre de enfriamiento				
Designación	1ra. Unidad		2da. Unidad	
	ME	MN	ME	MN
Emplazamientos	333	48	6	20
Equipos	11,962	3,218	9,742	2,715
Costos indirectos	992	686	812	562
Sub-Total	12,987	3,953	10,560	3,297
Contingencias (15%)	1,948	593	1,584	495
Total	14,935	4,546	12,144	3,792
GRAN TOTAL	19,481		15,936	

Para el caso de cuatro unidades para una turbina a vapor de 10 MW tendremos lo siguiente.

TABLA N° 38  
COSTO DE INVERSION DE LA CENTRAL A VAPOR - PUCALLPA  
(En miles de dólares)

Tipo	1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.	4ta. Unid.
T V 10	19,481	15,936	14,661	13,781

TABLA N° 39

6.2.1 Cuadro de Desembolsos - Turbina a Vapor

TAMAÑO	10 MW			
	1ra. Unidad		2da. Unidad	
	ME	MN	ME	MN
Año				
1	57	40	57	40
2	38	55	38	55
3	5	5	5	5
TOTAL	100	100	100	100

6.2.2 Costos anuales de operación y mantenimiento en turbinas a vapor

TABLA N° 40

	Tamaño	Fijos 1ra. Unid.	Fijos 2da. Unid.	Adicional Increment.	Período Operac.	Carga Nominal	Costo Anual Incr.	Costo Anual 1ra.U.	Costo Anual 2da. U.
	MW	USx10 <sup>3</sup> /a	USx10 <sup>3</sup> /a	Mi 11/Kwh	h/a	Kw	USx10 <sup>3</sup>	USx10 <sup>3</sup>	USx10 <sup>3</sup>
Carga base Petróleo	10	460	120	0.84	7,620	9,000	58	518	178
Carga base Carbón	10	600	170	1.12	7,450	9,000	75	675	245

6.2.3 Costo de combustible en turbinas a vapor

Las unidades generadoras eléctricas a vapor son alimentadas ya sea por petróleo o carbón y sus costos de combustible se calcula sobre la base de sus horas máximas de disponibilidad de operación a un factor de carga 0.9.

TABLA N° 41

COSTO ANUAL DE COMBUSTIBLE - TURBINA A VAPOR

Combustible : Petróleo residual

Lugar : Pucallpa.

Mw	Combust. Costo de Energía	Período Operación	Potencia Disponib. en el sitio	Consumo especific. de calor	Costo Anual de Combustible
Mw	US/GJ(HHV)	h/a	Kw	KJ/KWh	US\$ $\times 10^3$
10	2.47	7,620	9,290	14,045	2,458

### 6.3 Costos de Operación y Mantenimiento

. Costos Fijos:

- a) Administración
- b) Personal de operación y mantenimiento
- c) Otros.

. Costos Variables:

- a) Lubricantes
- b) Materiales y repuestos
- c) Otros

Estos costos representados por índices, tendremos:

TABLA Nº 42  
COSTOS FIJOS  
(\$/KW-Año)

Tipo de unidad	Potencia (Mw)					
	1	2.5	5	10	20	50
Grupo Diesel	8.0	8.0	8.0			
Turbina Gas				1.0	1.0	
Turbina Vapor		6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

TABLA Nº 43  
 COSTOS VARIABLES  
 CONSUMO DE LUBRICANTES  
 (Lt/100 Kwh)

Tipo de unidad	Potencia (Mw)					
	1	2.5	5	10	20	50
Grupo Diesel	0.400	0.400	0.400			
Turbina Gas				0.03	0.03	
Turbina Vapor		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

TABLA Nº 44  
 COSTOS VARIABLES  
 MATERIALES Y REPUESTOS  
 (Mills/Kwh)

Tipo de unidad	Potencia (Mw)					
	1	2.5	5	10	20	50
Grupo Diesel	1.5	1.5	1.5			
Turbina Gas					4.5	4.5
Turbina Vapor		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

TABLA N° 45  
INDICES DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES  
(Mills/Kwh)

Tipo de unidad	Potencia (MW)					
	1	2.5	5	10	20	50
Grupo Diesel	8.0	8.0	8.0			
Turbina Gas				6.0	6.0	
Turbina Vapor		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Asumiendo las siguientes horas de operación:

G.D. : 4,000 h/año

T.G. : 1,000 h/año

T.V. : 6,000 h/año

De toda esta información se refleja que lo más recomendable para Pucallpa en cuanto a los costos fijos y variables son las centrales a vapor; y los grupos diesel para operar las cargas en media base y punta.

#### 6.4 Alternativa de costo en el programa de equipamiento

En el programa de equipamiento hemos llegado a la conclusión de que se presentaban dos alternativas, de igual forma haciendo el análisis de costos tenemos las mismas alternativas, pero con la diferencia de que podría hacerse dos tipos de evaluaciones, el primero indicando únicamente los costos de inversión, hasta poner en funcionamiento la central, y el segundo que serían los costos de combustible, costos de operación y mantenimiento realizados anualmente, por la sencilla razón de que los diferentes grupos entrarían a funcionar por etapas, realizando estas evaluaciones para las dos alternativas.

Los costos de inversión, calculados en el año 1982, considerando la potencia total a instalarse, es decir 58 MW, se mostrará en las tablas Nos. 47 y 48.

Los costos de operación y mantenimiento y los costos de combustible anual lo realizamos año a año considerando una devaluación anual del dólar de 8%, lo mostramos en las tablas Nos. 49 y 50 para las dos alternativas.



TABLA Nº 46

COSTO DE COMBUSTIBLE, OPERACION Y MANTENIMIENTO - 1982

Lugar	Tipo	Costo de combustible anual USx10 <sup>3</sup>	Costos de Operación y Mantenimiento: US x 10 <sup>3</sup>						
			Fijos anuales			Varia- bles anuales	Total anual		
			1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.		1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.
Pucallpa	C D 5	526	24	9	3	113	137	122	116
Pucallpa	C D 10	1,038	24	9		198	222	207	
Pucallpa	T V 10	2,458	460	120	102	58	518	178	160

ALTERNATIVA N° 1

TABLA N° 47

COSTOS DE INVERSION - ALTERNATIVA N° 1 - 1982

Lugar	Tipo	Cantidad	Vida Util	Potencia Neta Disponib.	Tipo y horas anuales de operación	Costos de Inversión US x 10 <sup>3</sup>		
						1ra. Unid.	2da. Unid.	3ra. Unid.
		u	años	Kw	h/a			
Pucallpa	C D 5	3	15-20	4,700	M 5,000	6,650	6,149	5,787
Pucallpa	C D 10	2	15-20	9,400	M 5,000	10,585	9,792	-
Pucallpa	T V 10	2	25	9,290	B 7,620	19,481	15,936	-
SUB-TOTAL						38,316	33,377	5,787

TOTAL: \$ 77'480,000.-

TABLA Nº 48

COSTOS DE INVERSION - ALTERNATIVA Nº 2 - Fines de 1982

Lugar	Tipo	Cantidad	Vida Util	Potencia Neta Disponib.	Tipo y horas anuales de operación	Costos de Inversión US x 10 <sup>3</sup>				
						1ra Unid.	2da Unid.	3ra Unid.	4ta Unid.	
		Und.	años	Kw	h/a					
Pucallpa	CD 5	3	15-20	4,700	M 5,000	6,650	6,149	5,787	-	
Pucallpa	TV 10	4	25	9,290	B 7,620	19,481	15,936	14,661	13,781	
SUB-TOTAL:						27,731	23,585	20,448	13,781	

TOTAL: \$ 85'545,000.=

TABLA Nº 49

PROYECCION DEL COSTO DE COMBUSTIBLE, OPERACION Y MANTENIMIENTO

ALTERNATIVA Nº 1

Año	GRUPOS EN FUNCIONAMIENTO										
	Costo Anual de Combustible: US x 10 <sup>3</sup>					Costo de Operación y Mantenimiento: Anual: US x 10 <sup>3</sup>					
	CD 5	CD 5	TV 10	TV 10	TV 10	CD 5	CD 5	TV 10	TV 10	TV 10	
1983	568	-	-	-	2,655	148	-	-	-	559	-
1984	613	-	-	-	2,867	160	-	-	-	604	-
1985	662	-	-	-	3,096	173	-	-	-	652	224
1986	715	-	-	-	3,344	187	-	-	-	704	242
1987	772	-	-	-	3,611	202	-	-	-	760	261
1988	834	-	-	-	3,900	218	-	-	-	821	282
1989	900	-	-	-	4,212	235	-	-	-	887	305
1990	972	-	-	-	4,549	254	-	-	-	958	329
1991	1,050	-	1,921	-	4,913	274	-	-	411	1,035	355
1992	1,134	-	2,075	-	5,306	296	-	-	444	1,117	384
1993	1,224	-	2,240	-	5,730	320	-	-	479	1,206	414
1994	1,322	-	2,614	2,614	6,188	346	-	-	517	1,302	447
1995	1,428	-	2,823	2,823	6,683	373	-	-	558	1,407	483
1996	1,542	-	3,049	3,049	7,218	403	-	-	603	1,519	522
1997	1,665	1,665	3,293	3,293	7,795	435	387	368	651	1,640	564
1998	1,798	1,798	3,556	3,556	8,419	470	418	397	703	1,772	609
1999	1,942	1,942	3,840	3,840	9,092	507	451	429	759	1,913	659
2000	2,097	2,097	4,148	4,148	9,820	548	487	464	820	2,066	710
Parcial	21,238	7,505	31,979	23,323	99,398	5,549	1,743	1,658	6,830	20,922	6,788
Sub-Tot.			284,824						48,141		
TOTAL						332,965					



## 6.5 La Alternativa Recomendable

Después de haber realizado un análisis tanto técnico como económico, hemos llegado a la conclusión que la Alternativa - Nº 1 es la más recomendable, mostrando a continuación el programa de equipamiento final.

### EQUIPAMIENTO RECOMENDABLE: 1982 - 2000

Período: 1982 - 1984

Primera Etapa: Potencia instalada: 18 MW

2 Grupos	1.5 MW	.....	Diesel punta
1 Grupo	5.0 MW	.....	Diesel media-base
1 Grupo	10.0 MW	.....	Vapor SKODA - Base

Período: 1985 - 1989

Segunda Etapa: Potencia instalada: 28 MW

1 Grupo	10.0 MW	.....	Vapor SKODA - Base
---------	---------	-------	--------------------

Período: 1990 - 1993

Tercera Etapa: Potencia instalada: 38 MW

1 Grupo	10.0 MW	.....	Diesel Media Base
---------	---------	-------	-------------------

Período: 1994 - 1996

Cuarta Etapa: Potencia instalada: 48 MW

1 Grupo	10.0 MW	.....	Diesel Media Base
---------	---------	-------	-------------------

Período: 1997 - 2000

Quinta Etapa: Potencia instalada: 58 MW

2 Grupos	5.0 MW	.....	Punta.
----------	--------	-------	--------

Se ha preferido la alternativa Nº 1 porque nos representa

un ahorro de \$ 8'065,000.= en los costos de inversión para 1982. De igual forma para los costos de combustible, operación y mantenimiento. Se hizo una proyección del gasto de los grupos que entrarían en funcionamiento cada cierto período, hasta el año 2000, resultando que la Alternativa N° 1 nos representaría un ahorro de \$ 62'662,000.= en combustible y operación y mantenimiento anual.

De todo esto, la alternativa más económica sería la N° 1, tanto en la inversión inicial como en el mantenimiento.

Nota.- En los costos de inversión y mantenimiento, no se incluyen los dos grupos Zulzer que se encuentran operando en la central térmica de Yarinacocha, lugar donde se llevará a cabo el equipamiento energético hasta el año 2000.

## CONCLUSIONES

1.- En cuanto a la calidad del servicio, la opinión de los usuarios fue la siguiente:

- Bueno : 22%
- Regular : 46%
- Deficiente : 32%

Debe tomarse en cuenta también que a fines de 1982 época en que se realizó las encuestas, algunos pueblos jóvenes tenían un buen servicio de alumbrado público, es por esa razón que el porcentaje calificado como bueno aumentó considerablemente.

2.- La mala calidad del servicio se debe:

- a) Mal estado y obsolescencia de las redes.
- b) Crecimiento no programado de las redes que origina una mala calidad de la energía que se entrega.
- c) Muchas zonas se encuentran sin servicio, ni alumbrado público.
- d) Las centrales no poseen actualmente la potencia garantizada.



- 3.- Debe realizarse la construcción de la línea de transmisión Yarinacocha-Pucallpa, y ésta deberá ser capaz de transportar toda la potencia y energía requerida por la ciudad de Pucallpa y sus industrias.
- 4.- El equipamiento hasta el año 2000 necesariamente tiene que realizarse en Yarinacocha, porque tiene 60 Mw de capacidad ; y ubicación donde se pueden aprovechar mejor los recursos naturales, realizándose el equipamiento por etapas.
- 5.- Como quiera que la Central térmica de Yarinacocha ya contaba en su suministro provisional a Pucallpa de 3,000 Kw, y de igual forma dos grupos de vapor Skoda adquiridos por la corporación departamental de Ucayali, el equipamiento hasta el año 2000 se ha realizado considerando dichos grupos como parte del equipamiento total, puesto que deben entrar en funcionamiento en el año de 1986.
- 6.- Las proyecciones de energía generada y máxima demanda de potencia no debe realizarse con los datos históricos, cuando la oferta de potencia no cubre la demanda de la ciudad, porque trae consigo errores, que cada vez serán mayores; por esta razón lo más recomendable es hacerlo mediante encuestas, para obtener muestras reales que nos permitan determinar la verdadera demanda máxima de potencia; pero este muestreo debe hacerse con las técnicas de investigación de mercados, para obtener errores mínimos.
- 7.- Los circuitos de redes primarias y secundarias de Pucallpa,

deben ser rediseñadas para la nueva potencia a instalarse, debido a que ya tienen una antigüedad de más de 20 años de no realizarse esto, traería muchas pérdidas en la distribución de energía.

## RECOMENDACIONES

- 1.- La Central Eléctrica de Pucallpa, ubicada en la zona urbana, deberá ser retirada a la periferia de la zona urbana, con la finalidad de que el lugar que ocupa quede como "patio de llaves", para hacer los circuitos de distribución de redes primarias y secundarias. La Central reubicada (central antigua) sirva como una central de emergencia o de lo contrario suministrar energía a ciertas cargas especiales.
- 2.- Teniendo en cuenta que se pondrá en funcionamiento los dos grupos de vapor Skoda de 10 MWc/u, a mediados de 1,936, y como la mayoría de las industrias no contaban anteriormente con este suministro, es recomendable tener dos sub-estaciones de transformación de 60/10 KV, uno de ellos para abastecer la zona urbana, es decir, alumbrado público, servicio doméstico, servicio comercial y cargas especiales y la otra sub-estación de 60/10 KV, para ubicarlo cerca de las industrias más importantes, de tal manera que la línea de transmisión Pucallpa-Yarinacocha tenga dos ramificaciones.

- 3.- En el estudio realizado existen grupos Diesel de 5.0 MW, - para disminuir los costos de la nueva central se podría aprovechar los grupos que se encuentran en buen estado de la antigua central, con el fin de cubrir las horas punta - de la nueva central.
  
- 4.- Dado que el proyecto de la central térmica de Yarinacocha puede tener una capacidad instalada máxima de 60 Mw, y teniendo en cuenta que los requerimientos del sistema obligan que los grupos Diesel de 10 MW entren en funcionamiento. El año 1990, se recomienda estudiar las conveniencias de que la central puede albergar grupos mayores o igual a 10 MW de gas; sabiendo el verdadero potencial de gas existente en las reservas del Aguaytía, o de lo contrario estudiar la posibilidad que contar con una central a gas en el Aguaytía que suministre a Pucallpa.

## BIBLIOGRAFIA

1. AVILA ACOSTA, R.B. Estadística Elemental, Lima, Perú, 4<sup>ta</sup> Ed. 1984.
2. CORPORACION DEPARTAMENTAL DE UCAYALI (CORDEU). Plan Departamental de Desarrollo 1982, 1982, 1ra. y 2da. parte.
3. ELECTROPERU - PUCALLPA. Datos históricos de potencia y energía, Dpto. de Producción - 1982.
4. ELECTRICIDAD DEL PERU. Métodos de Proyección de la Demanda de Energía Eléctrica, Lima, 1974.
5. INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION - Oficina Zonal de Pucallpa. Boletín Estadístico Departamental de Ucayali, Pucallpa 1981.
6. MONTREAL ENGINEERING LIMITED (OVERSEAS). Proyecto de Energía Eléctrica en el Perú, Canadá 1980, Tomos I, II y III.
7. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - D.G.E. Datos Históricos de Potencia y Energía. Dpto. de Informática, Lima 1979.
8. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - D.G.E. Estudio de Factibilidad de Generación Eléctrica en la Ciudad de Pucallpa - 1979.
9. ----- Actualización del Mercado Eléctrico de la ciudad de Pucallpa, 1971.
10. ----- Desarrollo Energético a Largo Plazo, Lima 1980.
11. ----- Plan Maestro de Electricidad, Lima 1982.
12. OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (ONEC). Censos del Departamento de Loreto: 1940, 1961, 1972 y 1981. Población y Vivienda.
13. OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS (ONEC). Boletines de Análisis Demográfico Nos. 1, 3 y 10, Lima, 1964, 1965 y 1970.
14. TAGLIACARNE, J. Investigación de Mercados. 1982.