

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Proyecto de Electrificación Integral de la Ciudad de Camaná - Arequipa ”

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

ATILIO MALDONADO ARANIBAR

PROMOCION: 1979 - 2

LIMA , PERU , 1989

INDICE

CAPITULO I.-	Introducción.	3
CAPITULO II.-	Descripción del Sistema Eléctrico Actual.	5
2.1	Sistema Eléctrico de Camaná.	5
2.1.0	Introducción.	5
2.1.1	Sistema de Generación.	5
2.1.2	Red de Distribución Primaria.	5
2.1.3	Subestaciones de Transformación.	5
2.1.4	Red de Distribución Secundaria.	7
2.1.5	Alumbrado Público.	7
CAPITULO III.-	Estudio del Mercado Eléctrico.	9
3.0	Introducción.	9
3.1	Situación Actual.	9
3.2	Oferta Existente.	13
3.3	Area de Influencia.	13
3.3.0	Ubicación Geográfica.	13
3.3.1	Localidades a ser Electrificadas.	13
3.3.2	Principales Actividades Económicas.	14
3.4	Estudio de la Demanda de Energía Eléctrica.	14
3.4.0	Proyección del Consumo de Energía Eléctrica.	14
3.4.1	Sectores Doméstico y Alumbrado Público.	15
3.4.2	Sector Comercial.	18
3.4.3	Sector Industrial.	19
3.4.4	Uso General.	20
3.4.5	Consumo Neto Total de Energía.	21
3.4.6	Consumo Bruto Total de Energía.	21

3.4.7	Máxima Demanda de Potencia.	22
3.4.8	Diagramas de Carga.	23
CAPITULO IV. - Ingeniería del Proyecto.		63
4.1	Generalidades.	63
4.2	Descripción del Proyecto.	63
4.2.0	Objetivo del Proyecto.	63
4.2.1	Área de Influencia.	63
4.2.2	Fuente de Aprovechamiento de Energía.	64
4.2.3	Ubicación de Soportes.	65
4.2.4	Línea de Distribución de 13.2 Kv.	66
4.2.5	Subestaciones.	66
4.3.0	Cálculo de la Línea 13.2 Kv. Cananá- Pucallpa.	67
4.3.1	Distancias Eléctricas.	67
4.3.2	Selección de Aisladores.	68
4.3.3	Cálculo Eléctrico.	70
4.4.0	Línea de Distribución Primaria Cananá- Cerrillos, Cananá-Chuli a 13.2 Kv.-60 Hz.	74
4.4.1	Subestaciones.	75
4.5.0	Cálculo Mecánico del Conductor.	75
4.6.0	Cálculo de Soportes.	82
4.6.1	Condiciones de Cálculo.	82
4.6.2	Cálculo de Retenidas.	86
4.6.3	Cálculo Mecánico de Crucetas.	90
4.6.4	Cálculo del Pin.	91
4.6.5	Cálculo de Cimentación.	92
4.7	Proyecto Red Secundaria.	93
4.7.0	Introducción.	93

4.7.1	Redes Eléctricas en Baja Tensión del Anexo al Medio.	94
CAPITULO V. - Especificaciones Técnicas de Materiales- Equipos.		
5.1	Especificaciones Técnicas del Conductor.	96
5.1.0	Generalidades.	96
5.1.1	Normas.	96
5.1.2	Pruebas.	96
5.1.3	Bases de Compra.	96
5.1.4	Embalaje.	97
5.1.5	Especificaciones Generales del Conductor.	97
5.1.6	Definiciones Referentes a Conductores.	98
5.2	Especificaciones Técnicas de Accesorios de Fijación.	99
5.2.1	Manguitos de Empalme.	100
5.2.2	Conector de Cobre.	100
5.2.3	Pruebas de los Elementos de Fijación.	100
5.3	Especificaciones Técnicas de Soportes y Crucetas.	101
5.3.1	Alcance.	101
5.3.2	Definiciones.	102
5.3.3	Postes.	104
5.3.4	Crucetas y Hérsulas.	108
5.3.5	Formato de Inspección, Verificación y Pruebas.	109
5.4	Especificaciones Técnicas de Ancladores y Accesorios.	111

5.4.1	Aislador Tipo Pin para Línea de 13.2Kv.	112
5.4.2	Aisladores de Campana-Suspensión para Anclaje de Línea.	113
5.4.3	Aisladores para Retenida.	113
5.4.4	Accesorios.	114
5.5	Instalación de Puesta a Tierra.	115
5.5.1	Introducción.	116
5.5.2	Instalación de Tierra.	116
5.5.3	Resistividad del Terrano en la Zona del Proyecto.	117
5.6	Especificación Técnica de Retenidas.	118
5.7	Especificación Técnica de Transformador para subestaciones.	120
5.7.1	Prueba e Inspección.	120
5.7.2	Condiciones de Operación.	121
5.7.3	Descripción de Características.	121
5.7.4	Puesta en Servicio.	122
5.7.5	Aceite de Aislamiento.	124
5.8	Especificación Técnica de Equipo de Maniobra y Protección.	125
5.8.1	Interruptor.	126
5.8.2	Seccionador.	127
5.8.3	Herramienta de Maniobra.	129
5.9	Especificación Técnica para Red Secundaria.	129
5.9.0	Introducción.	130
5.9.1	Suministro de Conductores.	130
5.9.2	Acometidos Domiciliarios.	130

5.9.3	Suministro de Aisladores y Accesorios.	131
5.9.4	Suministro de Postes y Pastoriales.	132
5.9.5	Retenidas.	132
5.9.6	Unidades de Alumbrado Público.	133
CAPITULO VI.-	Metrado y Presupuesto.	134
6.1	Generalidades.	134
6.2	Presupuesto Línea de Distribución 15.2 Kv.	134
6.3	Presupuesto Subestación Camaná.	137
6.4	Presupuesto Red Secundaria.	138
6.5	Fórmulas de Actualización de Precios.	140
	Conclusiones.	142
	Bibliografía.	145
	Planos.	

PROLOGO

El proyecto presente ha sido concebido con el principal propósito de dotar de servicios eléctrico a las localidades sin servicio.

Los capitulos han sido diseñados y actualizados con el objeto de poner al día determinados conceptos de acuerdo a la terminología actual además se ha dedicado especial atención a los materiales a usarse.

La materia se divide en seis capítulos que abarcan areas bien definidas del proyecto donde se detallan los parámetros para dotar de servicio eléctrico a las localidades en estudio.

Capítulo I.- Introducción.- se hace una somera introducción al proyecto en estudio.

Capítulo II.- Descripción general del sistema eléctrico actual que opera en las localidades capital de la provincia. Se efectua con la finalidad de conocer los parámetros existentes para su renovación.

Capítulo III.- Estudio del Mercado Eléctrico Abarca el cálculo de la demanda de potencia y energía para un periodo de veinte cinco años, para las localidades indicadas, capitales de distritos y anexos, además se considera las cargas especiales.

Capítulo IV .- Ingeniería de Proyectos, La Ingeniería de Proyectos se refiere a la línea de distribución de Camaná - Cerrillos, Camaná - Chule, Camaná - Pucchun, derivaciones existentes, las subestaciones de distri

bución; los cálculos de ingeniería consideran todas las cargas evaluadas en el estudio del mercado eléctrico. La línea de distribución será a 13.2 KV con conductor de cobre, soporte de concreto armado.

Capítulo V.- Especificación Técnicas de Materiales y Equipos. En este capítulo se hace una descripción general de los materiales y equipos a utilizarse en la línea de distribución, derivaciones, subestaciones y red secundaria.

Capítulo VI.- Metrado y Presupuesto. Los Metrados y Presupuestos se refiere a la línea 13.2KV, reforzamiento de subestaciones de salida y redes secundarias los precios se refieren al 30 de noviembre de 1988.

Al final se indica las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Ante la necesidad de suministrar energía eléctrica para uso colectivo, como factor indicador de producción y de bienestar, es una de las más importantes obras de infraestructura en la vida actual. La posibilidad de disponer en la actualidad de servicio eléctrico eficiente es cada vez mas imposible, sin embargo la disponibilidad de electricidad es esencial para el desarrollo socio económico de un país, por lo que los índices de grado de electrificación o consumo eléctrico son parámetros indicadores del progreso que han alcanzado en cuanto a desarrollo se refiere. Además es imprescindible que su abastecimiento sea confiable, oportuno, económico y generalizado.

Teniendo en consideración las expresiones anteriores, el presente estudio se realiza con la finalidad de contribuir y suministrar energía eléctrica a las pequeñas localidades que actualmente se encuentran sin servicio eléctrico.

En el trabajo presente se demuestra para el suministro eléctrico a las localidades Pucchun, El Puente, Huacapuy, San Gregorio, Hda. El Medio, San Jacinto, Huarangal, El Carmen, La Pampa, El Monte, Pampa Abajo, Uchumayo, El Cardo, San José, Chuli, La Punta, Cerrillos y Renovación de redes primarias-secundarias de la ciudad de Camaná mediante una red de distribución que satisfaga la necesidad de la demanda y además el reforzamiento de generación

de la Central Térmica de Camaná.

Para fines de electrificación se hace un estudio de la demanda para 25 años. Los cálculos de Ingeniería de la línea Camaná-Pucchun, Camaná-Chuli, Camaná-Cerrillos, considerando las sub estaciones de distribución en cada localidad las líneas de derivación. Las localidades señaladas son capitales de los distritos y anexos su ubicación se encuentra dentro de la jurisdicción de Camaná del departamento de Arequipa.

En el presente trabajo quiero hacer llegar mi reconocimiento y sincero agradecimiento en forma especial al ingeniero Ubaldo Rosado, quien fue asesor de esta Tesis, así mismo quiero agradecer a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en la realización de este trabajo.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL

En el presente capítulo se hará descripción somera del sistema eléctrico actual de las localidades de Camaná, San Gregorio, San José, etc. Con el criterio de tener un planteamiento real del sistema para electrificación pertinente.

2.1.- SISTEMA ELECTRICO DE CAMANA

2.1.0.- INTRODUCCION.-

En el sistema eléctrico actual en la ciudad de Camaná data aproximadamente desde el año 1947, teniendo como implementación tanto en generación y red primaria en el año 1981, que actualmente requieren implementar con grupos de mayor capacidad.

2.1.1.- SISTEMA DE GENERACION.-

Actualmente la ciudad de Camaná tiene como fuente de aprovisionamiento de energía eléctrica la central térmica a Diesel, ubicado en la calle Manco Capac de Camaná que cuenta con tres salas de máquinas.

SALA Nº 1:

GRUPO MAN W4	100KVA	80KW
GRUPO MAN W8	208KVA	167KW
GRUPO CAT 353	438KVA	350KW

SALA Nº 2: Conformada por dos grupos SKODAS.

GRUPO SKODA 350	825KVA	660KW
GRUPO SKODA 275	405KVA	324KW

SALA Nº 3: Conformada por dos Grupos CATERPILLER.

GRUPO CAT-D 399(501)	1125KVA	900KW
GRUPO CAT-D 399(502)	1125KVA	900KW

La potencia instalada de la central es de 4,226KVA (3,380KW) La demanda máxima de la ciudad se muestra en el cuadro 2.1 y el diagrama unifilar en la figura 1.

2.1.2.- RED DE DISTRIBUICION PRIMARIA.-

La distribución primaria en Camaná, se distribuye en dos circuitos:

Circuito Norte: a 10,000 voltios que sale de la central de circuitos radiales aéreos, con postes de concreto armado que alimenta a los lugares: Hospital, Centro de la ciudad, Estación de Bombeo, Fábrica de Hielo, y los pueblos jóvenes El Carmen, Santa Luzmila, San Antonio, es el circuito de mayor demanda en la ciudad.

Circuito Sur: a 10,000 Voltios también en sistema Radial con postes de concreto armado, y alimenta la parte sur de la ciudad: Hotel Turistas, Entel Perú, etc.

Salida en baja: Periferia de la planta.

2.1.3.- SUB ESTACIONES DE TRANSFORMACION.-

a.- Subestación de Salida: Las Sub Estaciones de salida transformadores de elevación están conformados de acuerdo a los grupos y son:

Sala Nº 1 de 460KVA - 0.230/10KV

Sala N^o 2 de 2100KVA - 2.4 / 10KV
 700KVA - 2.4/0.230KV Para servicio
 auxiliar.

Sala N^o 3 de 1MVA - 4.160/10KV

Los transformadores referidos están conectados a la barra de 10KV de donde se desplazan las cargas por los circuitos Norte, Sur y salida de baja tensión.

b.- Subestaciones de Distribución: Las Sub Estaciones de distribución en la ciudad está conformada en su totalidad de 16 sub estaciones, entre las cuales esta sub estaciones monofásicas y trifásicas todas de tipo barbotante aéreo, la capacidad total es de 1062KVA, que estan administrados por Sociedad Eléctrica Sur Oeste S.A., y 137.5KVA pertenecen a terceros.

2.1.4.- RED DISTRIBUCION SECUNDARIA.-

La red secundaria se distribuye en su mayoría es aérea, con postes de concreto y madera de 8m. de longitud, la red en su totalidad es trifásica (3 líneas para servicio particular y 2 para alumbrado público), en algunos lugares en pueblos jóvenes se hace en monofásico y 380V/220V.

2.1.5.- ALUMBRADO PUBLICO.-

El alumbrado público en la ciudad se realiza mediante lámparas incandescentes, luz mixta de 160 watts y equipos fluorescentes de 40 watts.

En la red secundaria se necesita un reforzamiento en las zonas sobrecargadas, en cuanto a alumbrado público uniformizar para mayor operatividad en su mantenimiento.

CAPITULO III

ESTUDIO DEL MERCADO ELECTRICO

3.0.- INTRODUCCION.-

El presente estudio tiene por finalidad **cuantificar** la **máxima demanda** de potencia, y el consumo bruto de energía **eléctrica** de los **centros** de carga a ser **atendido** por el **proyecto** presente. Para tal fin se ha definido el **área** de influencia **considerando** las **cargas** conectadas a la red actual y los **potenciales** ubicados en la zona de proyecto.

El **periodo** de análisis **considerado** ha sido del año 1985 al 2010, a fin de garantizar un margen adecuado en diseño del **proyecto** para futura ampliación.

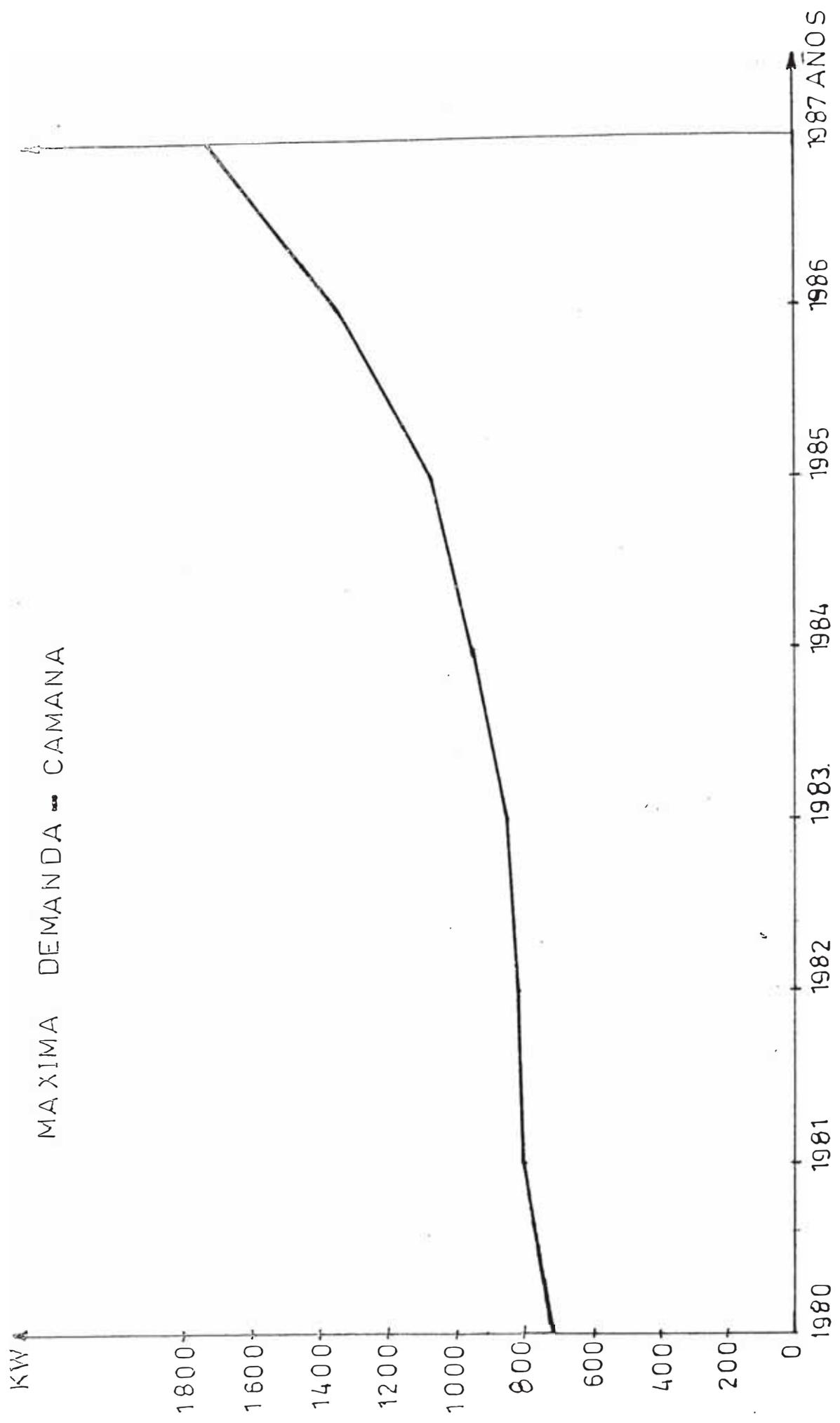
3.1.- SITUACION ACTUAL.-

En la actualidad la única localidad que cuenta con **servicio eléctrico** es la **ciudad** de Camaná estando la administración a cargo de **Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S. A.**

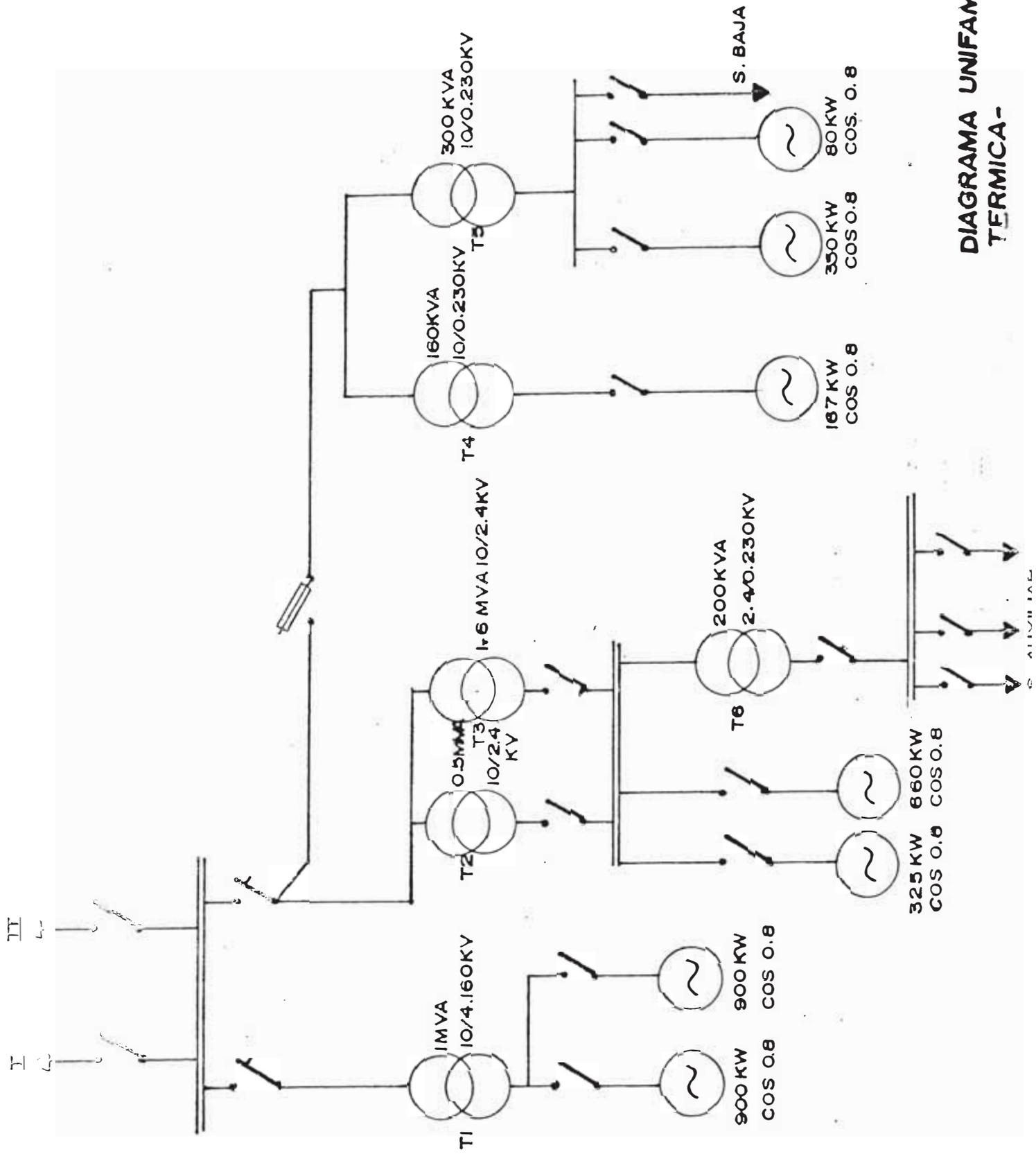
El **servicio** brindado es de 24 horas. Fundamentalmente debido a la **insuficiente** **capacidad** de generación de la central **térmica** es que en **este momento** existe demanda insatisfecha.

Los otros distritos **conformantes** del **área** de influencia son: José María **Quimper**, Mariscal Cáceres, Nicolás de Pirola, Samuel Pastor Ocoña.

Los Molinos de arroz (piladoras) que constituyen una



CUADRO: 1A



**DIAGRAMA UNIFAMILIAR DE CENT
 TERMICA-**

carga de tipo Industrial muy importante, operan a la fecha como autoprodutores.

3.2.- OFERTA EXISTENTE.-

La oferta eléctrica existente en su totalidad es de ori en térmico; con una capacidad instada de 3380KW, en el futuro se implementará con generación HIdráulica de 600KW, o línea de transmisión de Charcani V.

En cuanto a redes de distribución existentes se encuentran en mal estado, lo que determina grandes pérdidas de energía.

3.3.- AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.3.0.- UBICACION GEOGRAFICA.-

El área del proyecto está delimitado por los paralelos 16° 30' y 16° 40' de latitud Sur y los meridianos 72°40' -72°50' de longitud Oeste en la provincia de Camaná departamento de Arequipa.

3.3.1.- LOCALIDADES A SER ELECTRIFICADAS.-

El análisis de la demanda para el presente trabajo corresponde a las localidades siguientes:

DISTRITO DE CAMANA: Camaná, Uchumayo.

DISTRITO JOSE MARIA QUIMPER: El Cardo, El Puente, Huacapuy.

DISTRITO MARISCAL CACERES: San José, Chuli, Pucchún.

DISTRITO NICOLAS DE PIEROLA: San Gregori., Hda. El Medic San Jacinto.

DISTRITO SAMUEL PASTOR: La Pampa, El Monte, Huarangal,

Pampa Bajo, Los Balnearios La Punta y Cerrillos.

DISTRITO OCOÑA: Ocoña.

En el plano N° 1 se puede apreciar graficamente la zona que comprende el área de influencia del proyecto.

3.3.2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS.-

La principal actividad económica en la zona es la agricultura, la abundancia de agua y el alto rendimiento de las tierras que hacen de Camaná uno de los principales centros arroceros del país; le siguen en orden de importancia otros productos tales como: Frijol, las hortalizas (cebolla, ajo, aji) tuberosas (camote, yuca) los frutales caña de azúcar y pan llevar.

La ganadería es relativamente escasa y consiste básicamente en la crianza de ganado ovino, caprino y vacuno así mismo es importante destacar la extracción del camarón como actividad económica de tipo periódica.

La significativa alza en el precio del arroz ocurrida éstos últimos años ha permitido un relativo auge económico en la zona, lo que ha motivado un crecimiento explosivo del sector comercial.

3.4.- ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA

3.4.0.- PROYECCION DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA.-

Se ha utilizado la metodología elaborada por un equipo estudio Peruano Alemán dentro de Cooperación energética para la planificación integral de la energía incluido los aportes hechos por la firma consultora Canadiense Montreal

Engineering (Overseas) Limited MONENCO durante el desarrollo del V proyecto de energía eléctrica del Perú.

3.4.1.- SECTORES DOMESTICOS Y ALUMBRADO PUBLICO.-

a.- Pronóstico de la Población:

Tomando como base la información poblacional de los censos de 1961, 1972 y 1981 (resultados provisionales a nivel de distritos). Se calculó las tasas de crecimiento de los periodos intercensales 1961-72, 1961-81, 1972-81, adoptándose de acuerdo a lo apreciado en la zona la tasa considerada como la más representativa, de esta forma se proyectó de manera exponencial y para todo el periodo de análisis, la población de cada una de las localidades.

b.- Numero de Viviendas:

Se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$\# \text{ Viviendas} = \frac{\# \text{ de habitantes}}{\text{Hb. por vivienda}}$$

En el denominador se obtiene del censo nacional.

c.- Número de Abonados Domésticos:

Resulta de multiplicar el número de viviendas anteriormente calculado por un coeficiente de electrificación correspondiente cada tipo de localidad. En su elaboración se tuvo en cuenta la información de los registros estadísticos y/o operaciones obtenidas para una de las localidades en estudio.

En cuanto a la evolución del coeficiente de electrificación se considera que será lineal, teniendo en referen-

cia que cuando entre en operación el sistema.

d.- Consumo Neto de Energía del Sector Doméstico y Alumbrado Público:

De acuerdo a la metodología adoptada al consumo doméstico y alumbrado público es hallado mediante una relación de tipo potencia, de la forma:

$$Y = a x^b$$

Donde:

$$Y = \frac{\text{Consumo anual del sector doméstico y A. Público}}{\text{Número de abonados domésticos}}$$

X= número de abonados domésticos.

a, b= parámetros de la ecuación.

Así para la zona Sur se han determinado en el estudio de Monenco 2 curvas que muestran el compartimiento del consumo unitario para este tipo de servicio dichas curvas tienen la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Superior: } Y_s &= 93.765 X^{0.3657} \\ Y &= 0.69 \text{ (coeficiente de correlación)} \\ N &= 58 \text{ (tamaño de la muestra)} \\ D_s &= 0.216 \text{ (desviación estandar)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inferior: } Y_i &= 91.913 X^{0.289} \\ Y &= 0.62 \text{ (coeficiente de correlación)} \\ N &= 127 \text{ (tamaño de la muestra)} \\ D_s &= 0,277 \text{ (desviación estandar)} \end{aligned}$$

Dado que las presentes ecuaciones son muy genéricas en el sentido de que se plantea su aplicación indistinta a

cualquiera de los departamentos de la Zona Sur (Arequipa, Moquegua, Tacna, Apurimac, Cuzco y Puno) se ha creído conveniente en el presente estudio, utilizar un juego de ecuaciones **intermedias** con **parámetros** tales que **siempre hagan** que las expresiones matemáticas **correspondientes** tengan como **límites extremos** las **funciones** inicialmente presentadas.

Siendo el departamento de Arequipa el de **mayor desarrollo económico** entre los departamentos antes citados; es **razonable** considerar funciones matemáticas **intermedias** para la provincia de Camaná que son las más representativas, **del comportamiento** de la **demanda** en estos sectores de consumo. El **criterio** para lograr tal fin, ha sido fundamentalmente de la clasificación de tres tipos de ecuaciones correspondientes a capitales de provincia, capital de distrito y localidades **menores**, **teniéndose** en cuenta además aspectos de tipo **socio económico**. De esta manera se **obtuvieron** las siguientes ecuaciones que son:

$$\text{Capital de Provincia: } Y = 91.3376 X^{0.3533}$$

$$\text{Capital de distritos: } Y = 89.7077 X^{0.3377}$$

$$\text{Localidades menores : } Y = 89.4705 X^{0.3172}$$

partir **de** estas ecuaciones el consumo eléctrico de estos sectores, se obtiene directamente para **cualquier** año, reemplazando **en** ella el valor del **número** de abonados domésticos correspondiente.

El consumo neto total es el resultado de multiplicar el consumo unitario por el número de abonados domésticos.

Un resumen de los valores obtenidos se muestra a continuación:

DISTRITOS	1987	1995	2003
Camaná	3179513	5979743	10481274
J.M. Quimper	189643	325534	530392
M. Cáceres	213834	365112	594323
N. Piérola	1155584	694691	1208262
Samuel Pastor	348,636	576,862	897,822
TOTAL (KWH)	5'087,210	7'941,942	13'712,073

3.4.2.- SECTOR COMERCIAL:

El consumo neto de energía eléctrica del sector comercial se ha considerado como un porcentaje del consumo neto doméstico y alumbrado público. A partir de la información histórica de las facturaciones anuales se obtuvo el cociente/consumo unitario comercial/consumo unitario doméstico la cual se relaciona con los abonados domésticos/abonados comerciales.

De esta forma se obtienen los valores que consideremos son las más representativos.

Abon. Doméstico

C. Unitario Comercial

Abon. Comercial

C. Unitario Dom.y A.P

C. de Prov. 3

1.2

C. de Dist. 5

1.1

Para los molinos de arroz se estimó la demanda utilizando la información obtenida en el mismo lugar, comparando esta información con la proporcionada por la Empresa Comercializadora de arroz S.A. (ECASA).

El cuadro que se muestra continuación indica como se ha calculado la máxima demanda y consumo neto de energía.

MOLINOS	Ubic. Distrito	P.I. KW	Prod. A.TM.	C.P. TM/H	Func. H/A.	Max. Dem.	C.N.E KWH
J. Miquel	Camaná	93	3878	1.2	3232	69	223008
Uchumayo	Camaná	90	2313	1.0	2313	67	154971
J. Antonio	M. Cáceres	93	3300	1.0	3300	69	227700
S. Juan	M. Piérola	93	3151	1.0	3151	69	217419
S. Isidro	J. Quimper	46	2312	1.0	2312	34	78608
Chapi	N. Piérola	75	2342	1.0	2342	56	131152
El Milagro	J. Quimper	60	680	0.2	3400	45	153000
Pucchun	M. Cáceres	45	1496	0.5	2992	33	98736
Bs. Aires	M. Cáceres	93	2848	1.0	2848	69	196512
S. José	M. Cáceres	86	2080	1.0	2080	64	133120
S. Carlos	Camaná	101	2220	2.0	1110	75	83250
S. Gregorio	N. Piérola	37	3250	1.0	3250	27	87750
F. de Hielo	M. Cáceres	50	----	---	5720	17	97240
TOTAL:							1682466

A partir de la producción anual (TM) y la capacidad de pilado (Tm/Hrs) de cada molino. Se ha considerado que los molinos existentes funcionarán en un 75% de su potencia instalada, y que la demanda de esta manera estimada permanecerá constante durante el periodo de análisis de estudio. La razón es que en estos momentos la producción de arroz en la zona está al tope en cuanto al uso de tierras estimadas a este fin se refieren.

3.4.4.- USO GENERAL.-

El consumo de energía ha sido hallado como un porcenta-

je de la suma de los consumos domésticos, alumbrado público y comercial, relación que se mantiene constante durante todo el periodo de análisis:

Este porcentaje se estimó partir de los registros históricos e información recabada en la zona. Los valores adoptados son los siguientes:

Capital de Provincia : 20% - 15%

Capital de distrito : 10%

Localidades menores : 5 %

El mencionado rubro considera: Hospital, Postas médicas, municipalidades, instituciones públicas, colegios escuelas, hoteles, Estación de Bombeo de agua.

3.4.5.- CONSUMO NETO TOTAL DE ENERGIA.-

Resulta de la suma aritmética de los consumos netos anteriormente estimados.

3.4.6.- CONSUMO BRUTO TOTAL DE ENERGIA.-

Resulta de adicionar al consumo neto total las correspondientes pérdidas de energía. Estas pérdidas nivel de distribución han sido estimadas como un porcentaje del consumo bruto total considerándose los siguientes valores:

	% de Pérdida de E.
Capital de Provincia	15
Capital de Distrito	12
Localidades menores y Molinos	12

En todos los casos se estiman un factor de pérdidas constante, durante todo el periodo de análisis.

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

DISTRITO	1987	1995	2003
Camaná	3559920	6695489	11736181
J.M. Quimper	208607	358088	583432
M. Cáceres	235,217	401625	653756
N. Piérola	413143	764084	1329089
Samuel P.	383501	634548	987606
Total (KWH)	4800388	8853834	15290064

3.4.7.- MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA.-

Se calcula a partir del consumo bruto de energía y el número de horas de utilización de la máxima demanda de cada una de las localidades.

En cada caso se ha considerado una variación lineal cuyos valores extremos son los siguientes:

	HORAS DE UTILIZACION
Capital de Provincia	3,500 - 4,310
Cap. de Distritos y localidades menores	2,625 - 3,025
La Punta - Cerrillos	1,840 - 2,100

A continuación se muestra un resumen de los valores proyectados:

Distrito	1987	1995	2003
Camaná	1016	1004	2996.2
J.M. Quimper	102	159.2	238.1
M. Cáceres	115	178.5	266.8
N. Piérola	202	239.6	542.5
S. Pastor	187	281.90	402.3
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1622	2 763.2	4 445.9

En los cuadros N° 20 y 21 aparece a nivel de consolidado la máxima demanda de potencia y el consumo bruto de energía proyectado para todo el periodo de estudio de todas las cargas consideradas dentro del área de influencia del proyecto. Los cuadros números del 2 al 18 contie-

nen la información correspondiente para cada una de las localidades estudiadas.

3.4.8.- DIAGRAMAS DE CARGA.-

Las láminas o gráficos 2 a 18 muestran los perfiles del diagrama de carga que tendrían la ciudad de Camaná, distritos considerados y los molinos de arroz. Estos diagramas de carga unitario han sido elaborados en el caso de Camaná a partir de los registros horarios existentes; para los distritos se ha considerado su semejanza con localidades de perspectivas similares de desarrollo, y en la caso de los molinos de arroz en base a sus características de funcionamiento en la lámina N° 19 se muestra el perfil del diagrama de carga unitario total que tendría el sistema eléctrico de Camaná al conectarse todas las cargas consideradas en el estudio.

LOCALIDAD: CAMANA

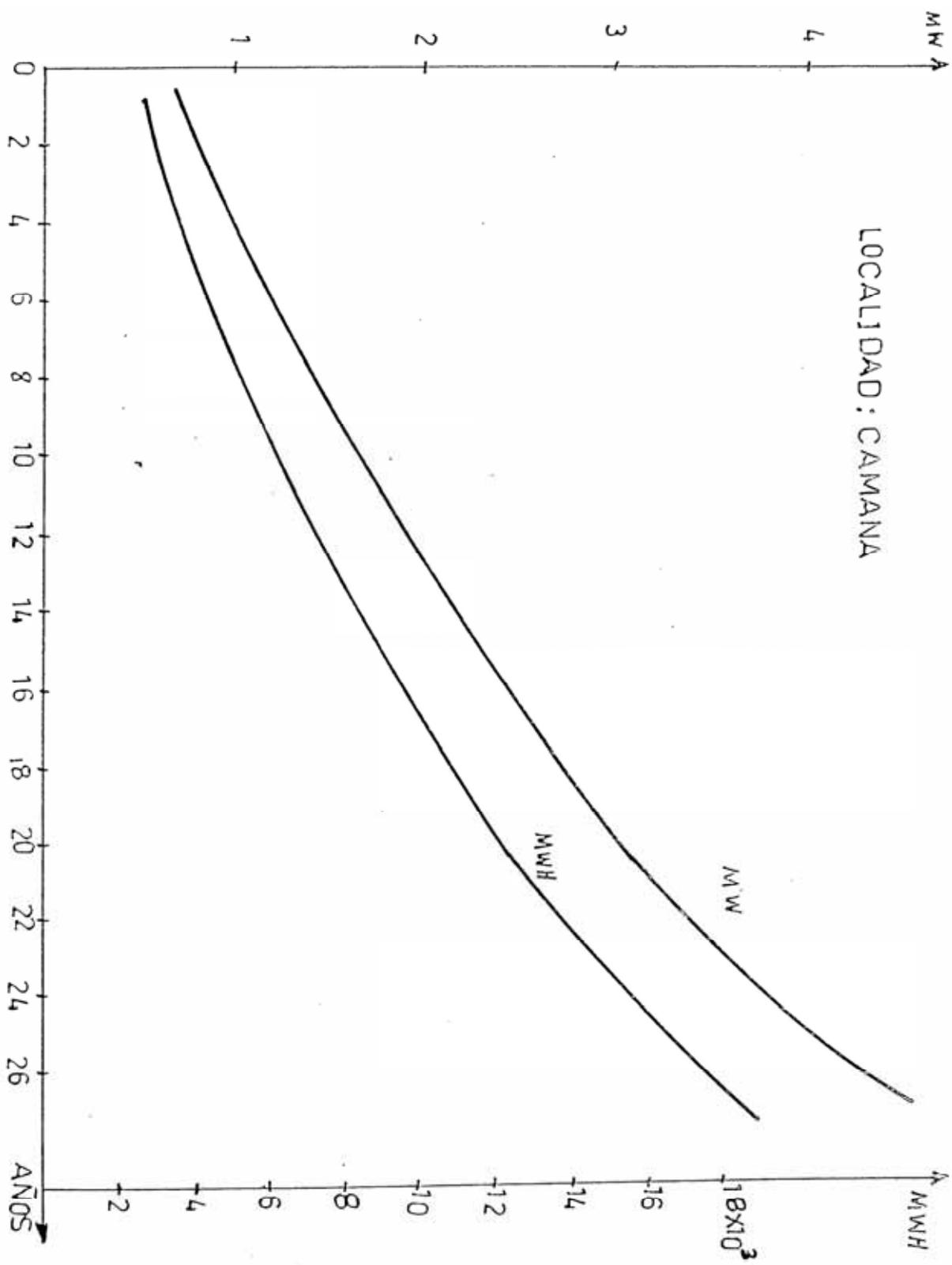


GRAFICO: 2

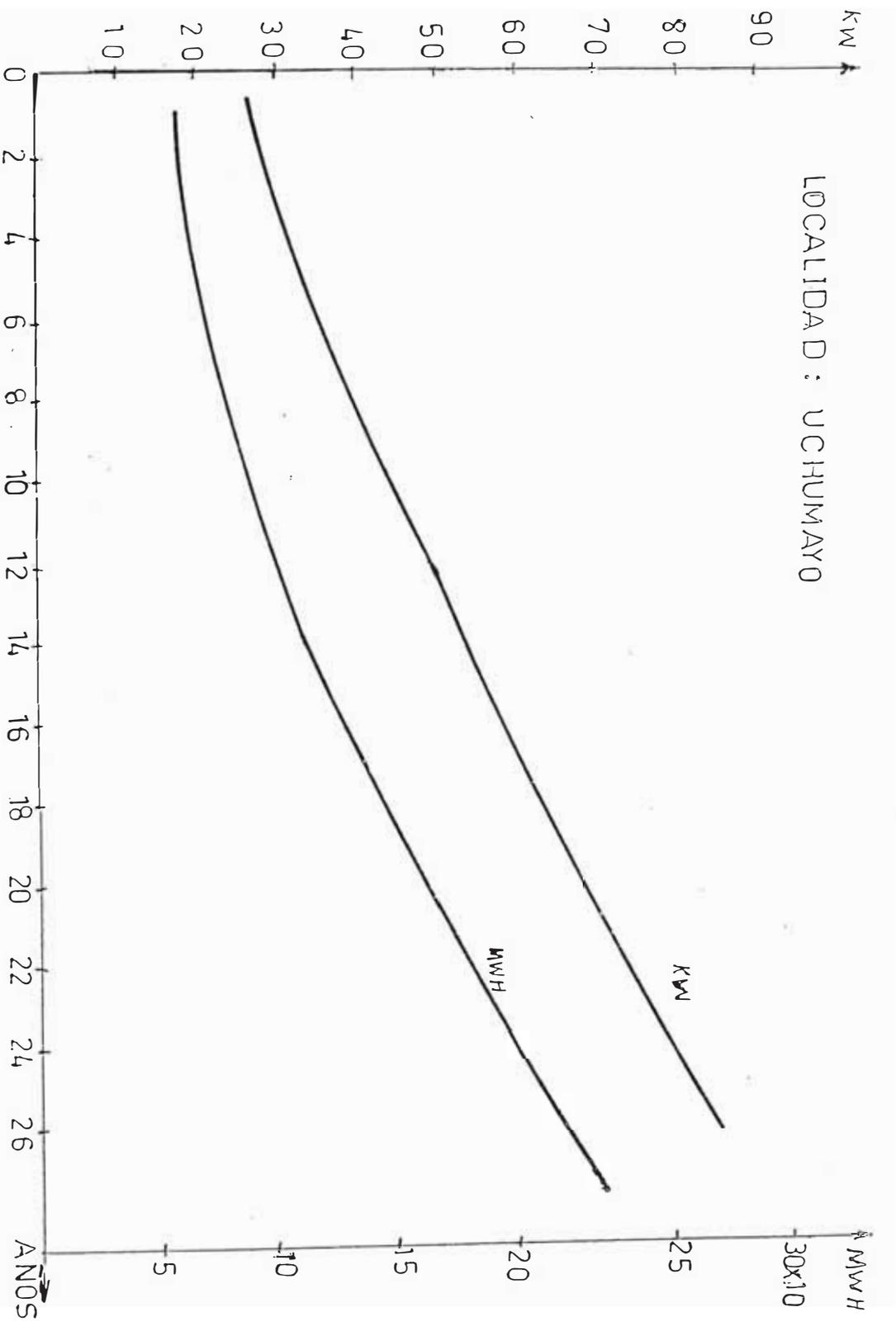


GRAFICO: 3

LOCALIDAD: EL CARDO

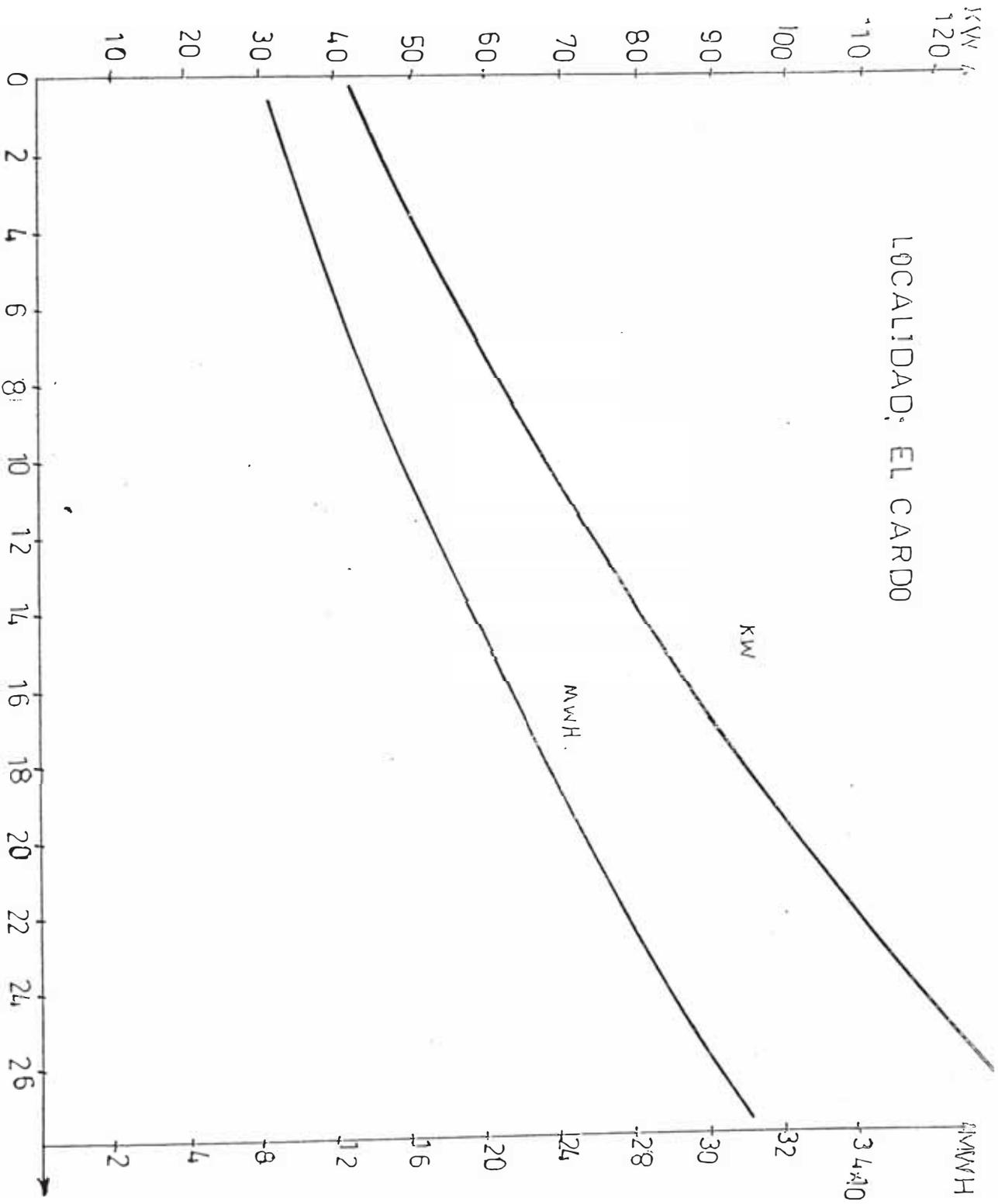
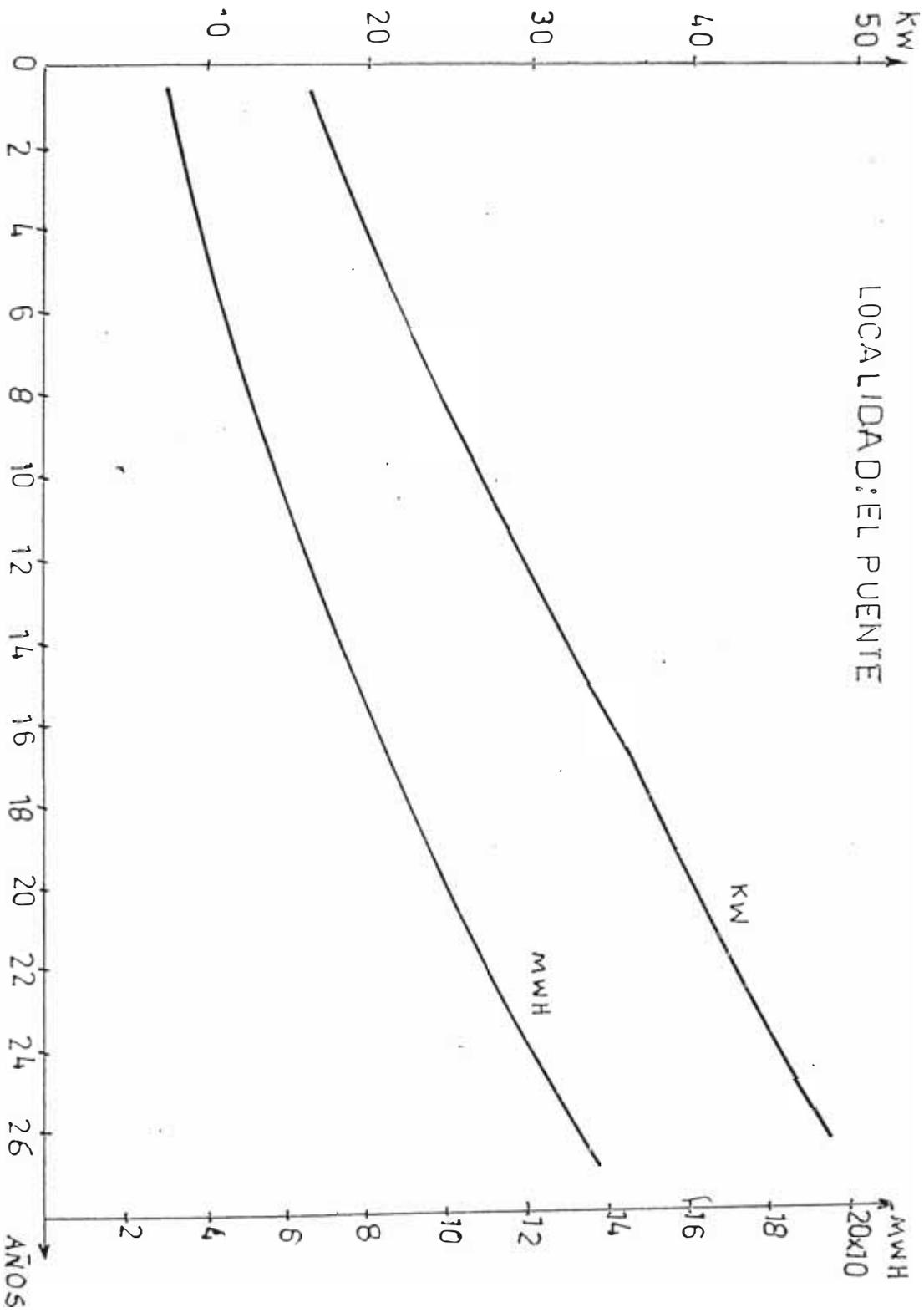


GRAFICO: 4



GRAF : 5

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1.- GENERALIDADES.-

En el presente capítulo se efectúa los cálculos de ingeniería de la línea Camaná-Cerrillos, Camaná-Chuli, Camaná-Pucchún, considerando las derivaciones a las demás localidades en estudio.

La ingeniería del proyecto se ceñirá al cálculo de las líneas referidas considerando todas las cargas establecidas en el estudio de la demanda.

4.2.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.2.0.- OBJETIVO DEL PROYECTO.-

Tiene como objetivo primordial suministrar energía eléctrica a las Sub-estaciones ubicadas en las localidades de la Pampa, Uchumayo, el Cardo, San José, Chuli, San Gregorio, El Puente, Huacapuy, Hda. El Medi San Jacinto.

4.2.1.- AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.-

Comprende tres líneas de media tensión 13.2KV que saliendo de la sub-estación de salida de la central, primer sector norte comprendido las localidades: San Gregorio, La Pampa, Pucchún, Huacapuy, sector Sur comprendido a las localidades: La Punta, Cerrillos, sector Este comprendido a las localidades: Uchumayo, El Cardo, San José y Chuli.

Todos estos sectores con sus respectivas derivaciones;

el área del proyecto está ubicado dentro de la zona de la provincia de Camaná, del Departamento de Arequipa.

a.- Ubicación:

El área del proyecto se encuentra geográficamente ubicada entre coordenadas $16^{\circ}30'$ y $16^{\circ}40'$ de latitud sur y los meridianos $72^{\circ}40'$ y $72^{\circ}50'$ de longitud oeste de la ciudad de Camaná.

b.- Climatología:

La provincia de Camaná como todo litoral de la costa peruana. El clima en la zona considerada del proyecto es templado que se caracteriza por:

- Temperatura que oscila entre 12° - 35° .
- No hay descargas eléctricas, por no haber cargas eléctricas en su atmósfera.
- Lluvias escasas que no se encuentran en un periodo definido de 14 a 32 mm al año.

c.- Hidrología:

El río Majes en su recorrido por el valle Majes, atraviesa las localidades: San Gregorio, El Puente, Huacapuy, El Cardo, y desemboca en el mar. El caudal del río aumenta notablemente en épocas de verano como es característica de todos los ríos de la Costa.

d.- Topografía:

La Topografía en el recorrido de la línea es plana, la altura promedio es de 4 metros sobre el nivel del mar.

4.2.2.- FUENTE DE APROVISIONAMIENTO DE ENERGIA.-

El suministro de energía será desde la central térmica

de Camaná donde deberá implementarse su potencia instalada de 3380KW con dos grupos de 2MW, a la vez con la central Hidráulica de San Gregorio de 660KW para satisfacer la demanda de todo el periodo de estudio.

4.2.3.- UBICACION DE SOPORTES.-

Para la ubicación de soportes se ha considerado el método de estacado por los siguientes motivos:

- La zona es plana.
- Costo de estudios.
- Tiempo de ejecución.

Con lo cual queda definido la ubicación exacta de los soportes a utilizar.

Para lo cual se requiere los datos siguientes:

a.- Plano Ubicación.-

Donde se indica carreteras, caminos, líneas telégrafos y telecomunicaciones, sobre el cual se ha trazado el posible recorrido de la línea en función a las cargas por suministrar.

b.- Calibre de los conductores.

c.- Ubicación de las Sub-Estaciones y cargas establecidas en el estudio de demanda.

d.- Los vanos máximos permisibles con cada uno de los postes y los conductores utilizados.

Teniendo en cuenta el método empleado en la ubicación de soportes solo presentaremos:

- Plano mostrando la ubicación de las principales carreteras, caminos, líneas aéreas y recorrido de la línea

a escala: 1/20,000.

Plano General Escala: 1/1,000, indicando el recorrido de la línea.

4.2.4.- LINEA DE DISTRIBUCION DE 13.2 KV.

a.- Posteria de C. A. C. de 12/200 y 12/300.

b.- Conductor: Cobre electrolítico 25 mm² (4 A W G).

c.- Vano Máximo: Para definir se ha considerado los siguientes aspectos:

- Características particulares y topográficas del terreno.

- Resistencia mecánica de los postes.

- Separación entre conductores.

- La altura libre de acuerdo al código nacional de electricidad, el vano máximo es 90 m.

d.- Aislamiento.-

Los aisladores usarse son: Tipo Pin Ansi - 55 - 5.

Tipo Campana Ansi - 52 - 4.

e.- Crucetas.-

Las crucetas serán de dimensiones siguientes:

- Crucetas 2.00 x 1.50 m.

4.2.5.- SUB-ESTACIONES.-

Se han considerado las siguientes sub-estaciones:

a) Sub estación Camaná 12 MVA-13.2/0.380-0.230 KV.

b) Sub estación Pucchun 400 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.

c) Sub estación El Puente 100 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.

d) Sub estación Uchumayo 160 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.

e) Sub estación El Cardo 200 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.

- f) Sub estación Huacapuy 250 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- g) Sub estación San José 200 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- h) Sub estación Chuli 75 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- i) Sub estación S.Gregorio 700 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- j) Sub estación El Medio 300 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- k) Sub estación Sn Jacinto 160 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- l) Sub estación La Pampa 450 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- ll) Sub estación El Monte 50 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- m) Sub estación Huarangal 200 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- n) Sub estación Pampa Bajo 50 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- ñ) Sub estación La Punta 50 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.
- o) Sub estación Cerrillos 50 KVA-13.2/0.380-0.230 KV.

4.3.0.- CALCULO DE LA LINEA 13.8 KV CAMANA - PUCCHUN.-

El cálculo de la línea se realiza de acuerdo a las consideraciones del código de electricidad nacional, que la fecha se encuentra vigente.

La línea será circuito trifásica de simple terna.

4.3.1.- DISTANCIAS ELECTRICAS.-

Sobre la base de un vano de 90 metros; se obtiene la flecha máxima de 101 centímetros. En la cual se definirá la distancia que debe mantenerse entre los conductores (D). Se determinará por la fórmula siguiente:

$$D = K \frac{V}{f+} + \frac{V}{150} \text{ metros.}$$

D = Separación entre conductores en (m).

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los

conductores con el viento.

f = Flecha máxima en metros.

L = Longitud en metros de la cadena en suspensión.

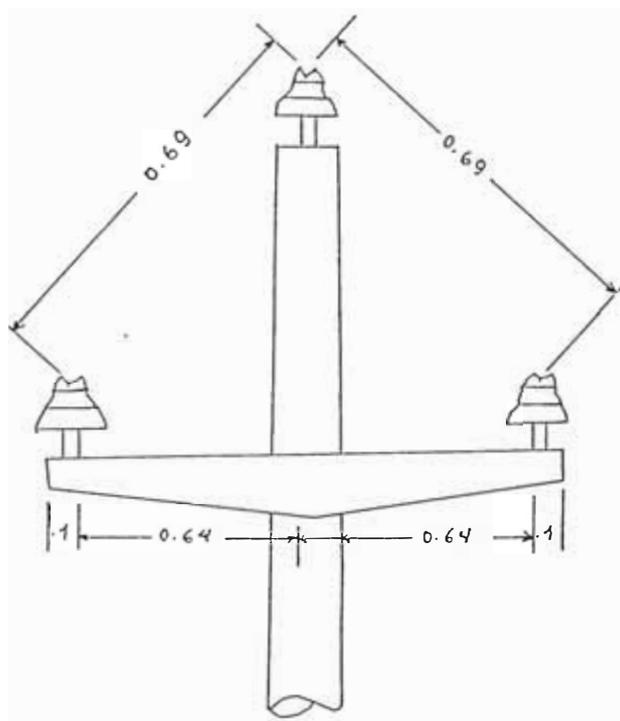
V = Tensión nominal en KV.

$$D = 0.6 \sqrt{1.01 + 0} + \frac{14.8}{150}$$

$$D = 0.695 \text{ metros.}$$

En la línea se usará aisladores tipo pin hasta ángulos de 40°, para mayores se usará aisladores tipo suspensión.

La distribución de conductores se muestra en la figura: 3.1.



4.3.2.- SELECCION DE AISLADORES.-

La línea proyectada se desarrollará a lo largo de la carretera Panamericana Sur, comprendidos entre: Camaná, Puzhum, Cerrillos, kilómetros 833-863, y la zona se caracteriza húmeda por estar a pocos metros sobre el nivel del mar, con poca neblina.

La temperatura varía entre 15°C-28°C, no existe en la zona descargas atmosféricas, ni lluvias.

Los aisladores se han seleccionado teniendo en cuenta:

a.- Tensión de descarga bajo lluvia (KVL).

$$KVL = 2.2 \quad K_v \times S / \sqrt{\delta}$$

KV = Tensión nominal (13.2 KV).

S = Coeficiente de suciedad (1.5).

δ = Densidad relativa del aire (1).

$$KVL = 44 \text{ KV.}$$

b.- Tensión de descarga en seco (KVS).

$$KVS = 1.35 \text{ KVL.}$$

$$KVS = 1.35 \times 44.$$

$$KVS = 59 \text{ KV.}$$

c.- Sobre tensiones de frecuencia elevada o tensión de impulso (KVi).

$$KVi = 150 \text{ KV}$$

d.- Numero de aisladores de anclaje.

Longitud mínima de la línea de fuga.

$$L = \frac{m \times KV}{\delta_1}$$

m Factor de suciedad.

$$L = \frac{2.2 \times 13.2}{1}$$

$$L = 29 \text{ cm.}$$

Número de aisladores tipo suspensión.

$$N = \frac{L}{28} = \frac{29}{28}$$

$$N = 1.036.$$

Por sobre tensión.

$$N = \frac{KV}{1281} = \frac{13.2}{12 \times 1}$$

$$N = 1.1.$$

Por lo tanto se usarán dos aisladores.

Las características de los aisladores a usarse se detalla en el cuadro siguiente:

	Datos Reque- ridos.	Aisladores tipo suspensión ANSI CLASS 52 - 4	Aislador tipo PIN ANSI CLASS 55 - 5
F(Hz) KVL Normal KVL	44 KV 59 KV	50 KV 80 KV	45 KV 80 KV
F(Hz) KVi Elevada	130 KV	130 KV	150 KV
Long. Min. Descarga (Cm.)	29 Cm	29.2 Cm	30.48 Cm

4.3.3.- CALCULO ELECTRICO.-

El cálculo eléctrico se realiza para demanda del último año del periodo de estudio y la distribución de cargas puntales.

El cálculo se efectuará considerando la resistencia eléctrica del conductor a 30°C y se determina con la siguiente expresión:

$$R_{30^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} (1 + \alpha T)$$

$R_{20^{\circ}\text{C}}$ = Resistencia del conductor a 20°C por °C.

α = Coeficiente térmico de resistencia a 20°C por °C.

para cobre duro es $\alpha = 0.00382/^{\circ}\text{C}$.

= Diferencia de temperatura.

La reactancia de autoinducción se calcula con la siguiente expresión:

$$L = \left[0.5 + 0.465 \log. \frac{DmG}{re} \right] \times 10^{-3} \text{ H / Km.}$$

$$XL = 2\pi fL.$$

DmG = Distancia media geométrica.

re Radio equivalente del conductor.

f Frecuencia(Hz).

La caída de tensión máxima admisible se considera el 6% de tensión nominal de acuerdo al código nacional de electricidad.

El factor de potencia considerado es 0.9.

La caída de tensión se ha calculado con la siguiente expresión:

$$V(\%) = \frac{P \times L}{10(KV)^2} (R + X \operatorname{tg} \emptyset)$$

Donde:

(%) Caída de tensión en porcentaje.

L = Longitud en Km.

KV = Tensión nominal en KV.

P = Potencia en KW.

R = Resistencia por Km (ohm / Km).

X = Reactancia por Km (ohm /Km).

\emptyset = Angulo del factor de potencia.

La pérdida de potencia se ha calculado con la siguiente

expresión:

$$P = \frac{P^2 LR}{(KV \cos \theta)^2 \times 1,000} \text{ Kw}$$

$$P(\%) = \frac{PLR}{(KV \cos \theta)^2 \times 10}$$

P = Potencia en Kw.

L = Longitud en Km.

R = Resistencia del conductor en ohm / Km.

KV = tensión nominal en KV.

Los θ = Coseno de factor de potencia.

En el cuadro 4.1 se muestra los resultados de la caída de tensión y pérdida de potencia.

a.- Procedimiento de cálculo.-

Conductor : Cobre electrolítico en temple duro.

Calibre : 25 mm².

Sección : 21.15 mm².

Nº Hilos : 7 Hilos.

Diámetro exterior : 6.45 mm.

Diámetro nominal de los alambres : 2.15 mm.

Resistencia 20 °C : 0.73 ohm / Km.

Coefficiente térmica de resistencia : 0.00382 / °C.

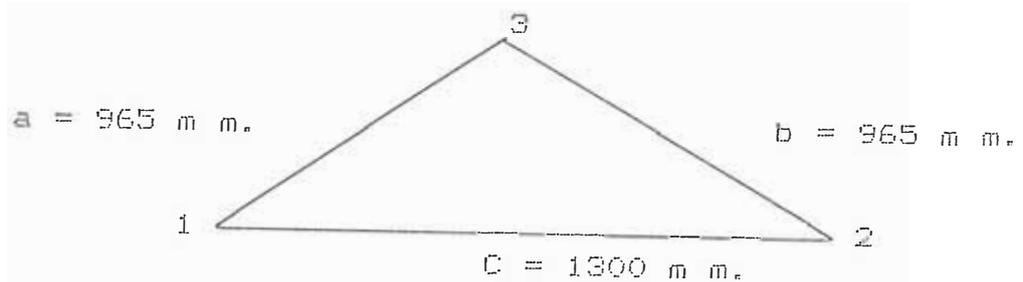
- Cálculo de Resistencia :

$$R_{30^\circ\text{C}} = 0.73 [1 + 0.00382(30 - 20)]$$

$$R_{30^\circ\text{C}} = 0.756 \text{ ohm / km.}$$

- Cálculo de la Reactancia: Se calcula para la siguien-

te disposición.



$$DmG = \frac{3}{\sqrt{a b c}}$$

$$DmG = 106.58 \text{ cm.}$$

$$r_e = \sqrt{\frac{5}{\pi}}$$

$$r_e = 2.6 \text{ mm.}$$

$$L = \left[0.5 + 0.465 \log. \frac{1066}{2.6} \right] \times 10^{-3} \text{ H / Km.}$$

$$L = 0.0017 \text{ H / Km.}$$

$$XL = 2\pi fL$$

$$XL = 0.64 \text{ H / Km.}$$

- Cálculo de la Caída de Tensión:

$$V\% = \frac{P \times L}{10 (KV)^2} (R + XL \operatorname{tg} \theta)$$

$$V\% = 5.59756 \times 10^{-4} PL$$

- Pérdida de Potencia:

$$P = \frac{P^2 LR}{(KV \operatorname{Cos} \theta)^2 \times 1000} \text{ Kw}$$

$$P\% = \frac{PLR}{(KV \operatorname{Cos} \theta)^2 \times 10}$$

$$P\% = 4.901 \times 10^{-4} PL$$

TRAMO	P. KW	Σ P. KW	L. Km	Σ P×L	V(%)	Σ V(%)	P(%)	Σ P(%)
13-11	176	176	3	528	0.2955	4.4129	0.2587	3.8769
12-11	150	150	0.5	75	0.04198	4.1594	0.0367	3.6549
11-10	---	326	2	652	0.36496	4.1174	0.3195	3.6182
10-9	50	376	4	1504	0.84187	3.7525	0.7371	3.2987
9-8	172	472	2.5	1180	0.66051	3.5711	0.5783	3.1399
9-7	202	1050	0.5	525	0.2938	2.9106	0.2573	2.5616
7-6	94	1144	1	1144	0.64036	2.6168	0.5606	2.3043
6-1	143	1287	1.5	1917	1.0730	1.9764	0.9395	1.7437
5-3	16	16	3	48	0.02636	1.4727	0.0235	1.3026
4-3	307	307	0.5	153.5	0.08592	1.5318	0.0752	1.3543
3-1	---	323	3	969	0.5424	1.4458	0.4749	1.2791
2-1	31	31	1	31	0.01735	0.92079	0.01519	0.8194
1-0	---	1641	1	1641	0.90344	0.90344	0.8042	0.8042

Cuadro 4.1

4.4.0.- LINEA DE DISTRIBUCION PRIMARIA CAMANA-CERRILLOS,

 CAMANA-CHULI A 13.2 KV-60HZ.-

- a.- Posteria: De concreto armado 12/200 y 12/300.
- b.- Conductor: Cobre electrolítico en temple duro calibre 25 mm².
- c.- Vano máximo: 90 m.
- d.- Aislamiento: Aislador tipo pin ANSI 55-5, aislador tipo suspensión ANSI 52-4.
- e.- Crucetas de concreto 1.50 m.

4.4.1.- SUB ESTACIONES.-

- a) Sub estación Uchumayo 160 KVA - 13.2/0.380-0.220 KV.
- b) Sub estación El Cardo 200 KVA - 13.2/0.380 0.220 KV.
- c) Sub estación San José 200 KVA - 13.2/0.380-0.220 KV.
- d) Sub estación Chuli 75 KVA - 13.2/0.380-0.220 KV.
- e) Sub estación La Punta 50 KVA 13.2/0.380-0.220 KV.
- f) Sub estación Cerrillos 50 KVA 13.2/0.380-0.220 KV.

En el cuadro 4.2 y 4. se muestra los resultados de la caída de tensión y pérdida de potencia.

TRA- MO	P. KW	Σ P. KW	L. KM	Σ PxL	V(%)	Σ V(%)	P(%)	Σ P(%)
3-1	6	6	5	30	0.03198	0.14391	0.02799	0.12598
1-2	15	21	1	21	0.02238	0.13431	0.01959	0.11758
1-0	--	21	5	105	0.11193	0.11193	0.09799	0.09799

Cuadro 4.2

TRA- MO	P. KW	Σ P. KW	L. KM	Σ PxL	V(%)	Σ V(%)	P(%)	Σ P(%)
4-3	50	50	1	50	0.05329	0.8613	0.04666	0.75409
3-1	134	184	2	368	0.39228	0.80801	0.34345	0.70743
2-1	121	121	22	242	0.25796	0.67369	0.22585	0.58483
1-0	85	390	1	390	0.41573	0.41573	0.36398	0.36398

Cuadro 4.3

4.5.0.- CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR.-

a.- Bases del Cálculo.- Para el cálculo mecánico del conductor se han considerado las siguientes hipótesis:

- Hipótesis I .- Temperatura 5°C. Sobre carga de viento de 34 kg/m².
- Hipótesis II - Temperatura 20 °C sin sobre carga.

- Hipótesis III.- Temperatura 50 °C sin sobre carga.

La presión del viento será horizontal, actuando perpendicularmente sobre la superficie batido de conductores y postes, donde para la zona del proyecto es de 90 km/hora, de acuerdo al código nacional de electricidad. La presión del viento sobre los elementos constituyentes de la red será determinada por la expresión siguiente:

$$F_v = K V^2$$

F_v = Presión del viento (kg/m^2).

K = Coeficiente (0.0042 para superficie cilíndricas).

V = Velocidad del viento (km/h).

$$F_v = 0.0042 V^2.$$

$$F_v = 0.0042 (90)^2.$$

$$F_v = 34.02 \text{ kg}/\text{m}^2.$$

b.- Datos del Conductor.-

De acuerdo lo establecido por la norma DGE 019-CA-2/1983, las características del conductor es:

Tipo: Cobre electrolítico en temple duro, cableado concéntricamente.

Nº hilos: 7.

Sección nominal: 25 mm^2 (21.15 mm^2).

Módulo de elasticidad: $E = 12,650 \text{ kg}/\text{mm}^2$.

Coeficiente de dilatación lineal $20 \text{ }^\circ\text{C}/^\circ\text{C} = 1.7 \times 10^{-5}$.

Coeficiente térmico de resistencia $20 \text{ }^\circ\text{C}/^\circ\text{C} = 0.00382$.

Diámetro nominal exterior = 6.45 mm.

Carga de rotura = 992 kg.

Peso/kilometro = 229 kg/km.

Esfuerzo de tensión mínimo = 46.90kg/mm².

c.- Metodología de Cálculo.-

Las fórmulas a utilizar son las ya conocidas de la ecuación de cambios de condiciones:

$$T_2^2 \left[T_2 - K + \alpha E (\theta_2 - \theta_1) \right] = a^2 w^2 \frac{E}{24} m^2 \dots\dots\dots 1$$

$$K = T_1 \left[a^2 m^2 w^2 \frac{E}{24t_1^2} \right] \dots\dots\dots 2$$

$$f = \frac{a^2 w}{8T_2} m$$

Donde:

f = Flecha en metros.

a = Vano en metros.

w = Peso en kg/m/mm² del cable (o el peso aparente en caso de sobrecarga de viento).

α = Coeficiente de dilatación lineal del cable.

E = Módulo de elasticidad del cable, en kg/mm².

θ₁ y θ₂ = Temperaturas en grados centígrados, a las que pueda estar sometido el cable.

T₁ y T₂ = Tensiones correspondientes, en kg/mm².

m = Coeficiente de sobrecarga.

HIPOTESIS I.- Sobrecarga del viento 34kg/m², temperatura 5 °C.

$$\theta_2 = 5 \text{ °C}, \quad \theta_1 = 20 \text{ °C.}$$

$$\theta = 5 - 20 = -15 \text{ °C.}$$

Peso Propio:

$$P = 0.229 \text{ kg/m.}$$

Viento:

$$V = PV$$

$$V = 34 \times 0.00645.$$

$$V = 0.2193 \text{ kgr/m.}$$

Peso aparente:

$$P = \frac{\sqrt{P^2 + V^2}}{D}$$

$$P = \frac{\sqrt{(0.229)^2 + (0.2193)^2}}{D}$$

$$P = 0.317 \text{ kg/m.}$$

Coefficiente de sobrecarga:

$$m = \frac{P}{P}$$

$$m = \frac{0.317}{0.229}$$

$$m = 1.384$$

Ecuación de cambio de condiciones.

$$T^2 \left[\frac{T}{2} - (K - \alpha E \Theta) \right] = a^2 w^2 \frac{E}{24} \text{ m}^2$$

Cálculo de K:

Asumiendo coeficiente de seguridad: 3.

$$T_1 = \frac{992 \text{ Kg}}{3}$$

$$T_1 = 330.66 \text{ Kg.}$$

$$T_1 = \frac{330.66 \text{ Kg}}{21.15 \text{ mm}^2}$$

$$T_1 = 15.634 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

$$K_1 = T_1 - \left[a^2 \text{ m}^2 (\omega)^2 \frac{E}{24 T_1^2} \right]$$

$$T_1 = 15.634 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

$$m = 1$$

$$\omega = 0.01083 \text{ Kg} / \text{m} / \text{mm}^2 .$$

$$E = 12650 \text{ Kg} / \text{mm}^2 .$$

$$K_1 = 15.634 - 2.529 \times 10^{-4} a^2$$

$$T_2^2 = \left(T_1 - (K_1 - \alpha E \theta) \right) = a^2 \omega^2 \frac{E}{24} m$$

Reemplazando valores en las ecuaciones serán:

Vano

$$90 \quad T_2^2 \left(T_1 - 16.811 \right) - 693.056 = 0$$

$$100 \quad T_2^2 \left(T_1 - 16.331 \right) - 855.600 = 0$$

$$110 \quad T_2^2 \left(T_1 - 15.799 \right) - 1035.276 = 0$$

$$120 \quad T_2^2 \left(T_1 - 15.217 \right) - 1232.064 = 0$$

$$130 \quad T_2^2 \left(T_1 - 14.586 \right) - 1445.964 = 0$$

$$140 \quad T_2^2 \left(T_1 - 13.903 \right) - 1676.976 = 0$$

HIPOTESIS I

Vano	t_2	T_2	f
90	18.778	397.155	0.808
100	18.761	396.795	0.998
110	18.746	396.478	1.209
120	18.730	396.139	1.440
130	18.714	395.801	1.692
140	18.699	395.484	1.964

HIPOTESIS II.- El esfuerzo en la hipótesis II será asumiendo coeficiente de seguridad: 3 y tomando datos para condiciones normales.

$$T_{cn} = \frac{992 \text{ Kg}}{3} = 330.66 \text{ Kg.}$$

$$t_2 = \frac{330.66 \text{ Kg}}{21.15 \text{ mm}^2}$$

$$t_2 = 15.634 \text{ Kg / mm}^2.$$

HIPOTESIS II

Vano	t_2	T_2	f
90	15.63	330.66	0.701
100	15.63	330.66	0.866
110	15.63	330.66	1.048
120	15.63	330.66	1.247
130	15.63	330.66	1.463
140	15.63	330.66	1.697

HIPOTESIS III.- Para $\theta = 50^\circ\text{C}$ sin sobrecarga.

Reemplazando valores se obtiene las siguientes ecuaciones:

Vano

$$\begin{aligned}
 90 \quad T_2^2 (T_2 - 7.133) - 500.742 &= 0 \\
 100 \quad T_2^2 (T_2 - 6.653) - 618.200 &= 0 \\
 110 \quad T_2^2 (T_2 - 6.122) - 748.022 &= 0 \\
 120 \quad T_2^2 (T_2 - 5.540) - 890.208 &= 0 \\
 130 \quad T_2^2 (T_2 - 4.908) - 1044.758 &= 0 \\
 140 \quad T_2^2 (T_2 - 4.225) - 1211.672 &= 0
 \end{aligned}$$

HIPOTESIS III

Vano	t_2	T_2	f
90	11.155	235.93	0.983
100	11.406	241.24	1.186
110	11.642	246.23	1.407
120	11.864	250.92	1.643
130	12.074	255.36	1.894
140	12.271	259.53	2.162

RESUMEN

VA- NO	HIPOTESIS I			HIPOTESIS II			HIPOTESIS III		
	t_2	T_2	f	t_2	T_2	f	t_2	T_2	f
90	18.78	397.15	0.81	15.63	330.66	0.70	11.15	235.93	0.98
100	18.76	396.74	0.99	15.63	330.66	0.87	11.41	241.24	1.19
110	18.75	396.48	1.21	15.63	330.66	1.05	11.64	246.23	1.41
120	18.73	396.14	1.44	15.63	330.66	1.25	11.86	250.92	1.64
130	18.71	395.80	1.69	15.63	330.66	1.46	12.07	255.36	1.89
140	18.70	395.48	1.96	15.63	330.66	1.70	12.27	259.53	2.16

Cuadro 3.4

4.6.0.- CALCULO DE SOPORTES

4.6.1.- CONDICIONES DE CALCULO.-

El cálculo se realizará considerando para poste 12/200, 12/300.

a.- Los esfuerzos que los conductores ejercen sobre el soporte son los calculados según la hipótesis de cargas adoptadas en el cálculo mecánico del conductor. La presión máxima del viento que se ejerce sobre el poste y los conductores es equivalente $34 \text{ Kg} / \text{m}^2$.

Para el desarrollo del cálculo se ha tomado la siguiente nomenclatura:

H : Altura del poste (m).

H₁ : Altura libre del poste (m).

H_e : Altura al punto de aplicación de viento sobre el poste (m).

D_p : Diámetro del poste en la punta (cm).

D_e : Diámetro del poste en el empotramiento.

P_v : Presión del viento Kg / m.

S_e : Sección en el empotramiento del poste en cm².

H_p : Altura a 10 cm de la punta del poste.

H_c : Altura del conductor (i)m.

I : Momento de inercia (cm⁴).

H_c₂ : Altura del poste conductor (m).

b.- Expresiones de cálculo.

Para el cálculo se han asumido las siguientes ecuaciones

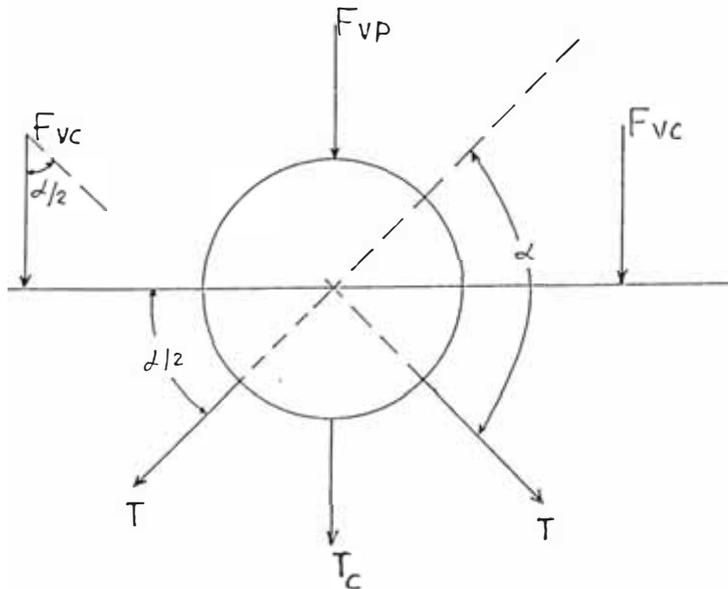
ciones:

$$H_1 = H - H_e$$

$$H_e = \frac{H}{10}$$

$$H_{cg} = \left(\frac{2D_p + D_e}{D_p + D_e} \right) \frac{H_1}{3}$$

Las fuerzas que actúan sobre el poste las que se indican en el esquema siguiente:



$$F_{vp} = P_v \left(\frac{D_c + D_p}{2} \right) \times H_1$$

$$F_{vc} = P_v \times d_c \times L \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$T_c = 2T \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

$$M_{vp} = H_{cg} \times F_{vc}$$

$$M_{vc} = \sum H_{ci} \times F_{vc}$$

$$M_{tc} = \sum H_{ci} \times T_c$$

$$I = \pi D_c^4 / 64 \text{ cm}^4$$

$$M_c = M_{vc} + M_{tc}$$

$$M_t = M_{vp} + M_c$$

$$M_t = F_p \times P_p$$

$$R_v = M_t / 3.13 \times 10^{-5} C^3 \text{ Kg / cm.}^3$$

$$R_c = P / S_e \left(\frac{1 + K H^2 \times S_e}{u I} \right) \text{ Kg / cm}^2.$$

Donde:

F_{vp} - Fuerza del viento sobre el poste.

F_{vc} - Fuerza del viento sobre los conductores.

T - Tiro de los conductores.

T_c - Tiro resultante de los conductores.

F_c - Fuerza total de los conductores.

- Angulo de desvío de la línea.

M_{vp} - Momento debido al viento sobre el poste.

M_{vc} = Momento debido al viento sobre los conductores.

M_{tc} = Momento debido al tiro sobre los conductores.

M_c - Momento debido a la fuerza sobre los conductores.

M_t = Momento flector total.

F_p - Fuerza resultante aplicada sobre el poste a la altura H_p .

R_v = Esfuerzo nivel de la tierra.

R_c = Esfuerzo debido la carga vertical.

P - Suma de carga vertical.

C = Circunferencia en el empotramiento (cm).

K, u = Constantes.

c.- Cálculo del poste.

Se utiliza en general dos tipos de postes: 12/200 y

12/300.

1).- Cálculo de la fuerza en la punta.

$$d_p = 150 \text{ mm.}$$

$$d_b = 330 \text{ mm.}$$

$$d_e = 312 \text{ mm.}$$

$$F_{vp} = \left(\frac{d_p + d_e}{2} \right) H \quad F_v = \left(\frac{0.150 + 0.312}{2} \right) \times 10.8 \times 34$$

$$F_{vp} = 117.9 \text{ kg.}$$

$$H_{cg} = \frac{10.8}{\rho} \cdot \left(\frac{0.312 + 2 \times 0.150}{0.312 + 0.150} \right) = 4.77 \text{ m.}$$

Momento debido al viento:

$$M_{vp} = F_{vp} h_{cg} = 117.9 \times 4.77 = 562.4 \text{ kg.m.}$$

Moment debido Conductores:

$$\text{Fuerza de tiro} = T_c = 2 T \text{ sen } \alpha/2$$

Fuerza de viento alrededor del Conductor :

$$F_{vc} = L \times d_c \times F_v \text{ cos } \alpha/2$$

$$F_{vc} = 0.45 L \text{ cos } \alpha/2$$

$$\text{Fuerza Total : } F_r = 2T \text{ sen } \alpha/2 + 0.45L \text{ cos } \alpha/2.$$

Considerando la disposición de crucetas, aisladores se tendrá el momento debido al conductor.

$$H_{c1} = 10.6 \text{ m.} = H_{c2}$$

$$H_{c3} = 11.04 \text{ m.}$$

$$M_c = \sum H_{ci} F_c = H_{c1} \times F_c + H_{c2} \times F_c + H_{c3} \times F_c$$

$$M_c = 2 \times 10.6 F_c + 11.04 F_c = 32.24 F_c.$$

$$M_c = 64.48 T \text{ sen } \frac{\alpha}{2} + 14.508 L \text{ cos } \frac{\alpha}{2}$$

Por lo tanto el momento total será:

$$M_t = M_{vp} + M_c = 562.4 + 64.48T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 14.508 L \cos \frac{\alpha}{2}$$

La fuerza resultante a 28 cm. de la punta.

$$M_t = F_p H_p \quad H_p = 10.52 \text{ m.}$$

$$F_p = \frac{1}{10.52} \left(562.4 + 64.48T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 14.508 L \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

Cálculo del esfuerzo de trabajo del poste.

a.- Debido a los conductores.

$$M_t = 3.13 \times 10^{-5} R_{VC}^3$$

$$R_v = \frac{M_t}{3.13 \times 10^{-5} C}$$

$$= 76.02 \text{ cm.}$$

$$R_v = \frac{M_t}{13.75}$$

b.- Carga Vertical.

$$R_v = \frac{P}{S_e} \left(1 + \frac{KHl^2}{u I} S_e \right)$$

Peso de conductor para vano de 90 m.

$$\times 90 \times 0.293 = 79.11 \text{ kg.}$$

Peso de poste : 890 kg.

Peso de Crucetas : 380 Kg.

Peso aislador y pin : 30 kg.

Peso accesorios : 10 kg.

Peso hombre de mantenimiento : 90 kg.

TOTAL: 1469.11 kg.

$$S_e = 764.54 \text{ cm}^2$$

$$K = 2$$

$$D_e = 31.2 \text{ cm}$$

$$u = 0.3$$

$$I = 16836$$

$$H_1 = 10.8$$

$$R_c = \frac{1469.11}{764.54} \left(1 + \frac{2 \times 10.8^2 \times 764.54}{0.3 \times 16836} \right)$$

$$R_c = 69.77 \text{ kg/cm}^2.$$

c.- Esfuerzo total será.

$$R_t = M_t / 13.75 + R_c, \text{ para } H_p = 10.52 \text{ m.}$$

$$R_t = F_p \times H_p / 13.75 + R_c$$

$$R_t = 0.765 F_p + 69.77 \text{ kg/cm}^2.$$

Reemplazando valores se obtiene F_p , R_t .

Fuerza F_p (Kg)

VANO	0°	2.5°	5°	10°	15°	20°
90	177.6	225.5	273.2	368.3	462.9	556.9
100	191.5	239.2	286.8	381.9	476.3	570.3
110	205.3	253.0	300.6	395.4	489.8	583.6
120	219.1	266.6	314.3	408.9	503.2	596.9
130	232.9	280.5	328.0	422.6	516.7	610.2
140	246.7	294.2	341.6	436.3	530.2	623.5

Esfuerzo R_t en Kg/cm^2

VANO	0°	2.5°	5°	10°	15°	20°
90	205.6	242.3	278.8	351.5	423.8	495.8
100	216.6	252.7	289.2	361.9	434.1	506.0
110	226.8	263.3	299.7	372.2	444.5	516.2
120	237.4	273.7	310.2	382.6	454.7	526.2
130	247.9	284.3	320.7	393.0	465.0	536.6
140	258.6	294.8	331.1	403.5	475.4	546.7

4.6.2.- CALCULO DE RETENIDAS

Las retenidas se han calculado considerando que absorben el 100% de esfuerzos.

a.- Para ángulo de 2.5° a 30°.

$$F_{vp} = 117.9 \text{ kg.}$$

$$F_c = 2 T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 0.45 L \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$T_{v1} = T_v \operatorname{sen} \theta$$

$$\Sigma M_0 = 0$$

$$9.6 T_{v1} = 2 \times 10.6 F_c + 11.04 \times F_c + 4.8 \times 117.9$$

$$T_{v1} = 3.36 F_c + 58.95$$

$$T_{v1} = 3.36 \left(2T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 0.45L \cos \frac{\alpha}{2} \right) + 58.95$$

$$T_{v1} = (6.72 T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 1.51 L \cos \frac{\alpha}{2} + 58.95) / \operatorname{sen} \theta$$

$$T_{v1} = 10.52 F_p$$

$$F_p = \frac{T_{v1}}{10.52}$$

$$F_p = (0.64 T \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2} + 0.14 L \cos \frac{\alpha}{2} + 5.6) / \operatorname{sen} \theta$$

Para Vano 90 y T = 397 Kg. se obtiene.

\ α θ \	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°
80	882.4	1111.3	1338.7	1564.4	1787.5	2226.2	2651.8	3062
38	712.7	897.6	1081.2	1263.5	1443.7	1798.1	2141.9	2473
45	616.8	776.9	935.8	1093.5	1249.5	1556.2	1853.7	2140

La retenida usarse será de acero galvanizado de las siguientes características:

- 7 hilos de 3.05 mm de diámetro hilo.
- Diámetro: 9.53 mm.
- Carga de rotura : 3159 kg.

El coeficiente de seguridad segun C.N.E. es 2, por lo tanto la fuerza de trabajo de la retenida será:

$$T_v = \frac{3159}{2} = 1579.5 \text{ kg.}$$

De anterior concluimos que el ángulo de la línea (α) :

- 2.5° poste sin retenida.
- 2.5 - 15° poste con una retenida.
- 15 - 30° poste de una retenida dobl.

El ángulo de inclinación de la retenida será de 38°.

b.- Cálculo de la durmiente para retenidas:

$$h \geq \frac{K}{150 l} \quad \begin{array}{l} h = \text{cm} \\ k = \text{kg} \\ l = \text{m} \end{array}$$

Profundidad Enterrada (P).

$$P \geq \sqrt{\frac{R \text{ sen } \delta}{865 l}} \text{ m.}$$

Reemplazando valores para:

$$T_v = 1787.5 \text{ kg y } T_v = 3061.9 \text{ kg.}$$

- Para $T_v = 1787.5$

$$h \geq \frac{1787.5}{150 \times 0.9} = 13.2 \text{ cm.}$$

$$P \geq \sqrt{\frac{1787.5 \times \text{sen } 60}{865 \times 0.9}} = 1.36 \text{ m.}$$

$$L = \frac{P}{\text{sen } 60} = 1.68 \text{ m.}$$

- Para $T_v = 3061.9$

RESUMEN

	1787.5	3061.9
h (cm)	13.2	18.6
P (cm)	1.36	1.5
L (m)	0.9	1.1
L (m)	1.68	1.5

4.6.3.- CALCULO MECANICO DE CRUCETAS.-

Se analizarán para crucetas. $Z / 1.50 / 400$.

El peso que soporta la cruceta será:

Peso del conductor : $0.293 \times 90 = 26.37 \text{ kg.}$

Peso del aislador - Ferrería : 21 kg

Peso del hombre : 90 kg.

Peso Total: 137.4 kg.

El tiro será: 100 kg.

$$\text{- Esfuerzo que debe cumplir: } \frac{M_h}{Z_h} + \frac{M_v}{Z_v} \leq \frac{E. \text{ Rotura}}{f.s}$$

f.s = factor de seguridad.

Módulo de sección:

$$Z_h = \frac{a^2 b}{6}, \quad a = b$$

$$Z_h - Z_v = \frac{10^3}{6} = 166.67 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1000 \times 65}{166.67} + \frac{137.4 \times 55 + 34 \times 0.01325 \times 90 \times 30}{166.67}$$

$$390 + 52.6 = 443 \text{ kg/cm}^2$$

$$443 \leq \frac{\text{E. Rotura}}{\text{f.s}}$$

$$\text{f.s.} : \frac{\text{E. rotura}}{443} = 2.25$$

Para un esfuerzo de rotura de cruceta 1,000 kg/cm² nos da un factor de seguridad del 2.25.

4.6.4.- CALCULO DEL PIN.-

Para aisladores tipo pin se asumirá carga máxima transversal menor 500 libras / aislador (227.3kg).

La carga máxima transversal se calcula con la expresión siguiente:

$$P = 1.78 P_v d_c L + 2 T \sin \frac{\alpha}{2}$$

P = carga máxima transversal (kg).

P_v = presión del viento sobre el conductor (34kg/cm²).

L = Vano (m).

T = Tiro máximo en el conductor (397 kg).

α = Angulo de la línea.

constante = 1.78.

d_c = Diámetro del conductor (0.01325).

Reemplazando valores se tiene:

$$= 1.78 \times 34 \times 0.01325 \times 90 + 2 \times 397 \sin 26/2$$

$$= 352 \text{ kg.}$$

Por lo tanto se usará un solo pin hasta 60°

4.6.5.- CALCULO DE CIMENTACION.-

El poste empotrado tiende a caerse por la acción de la fuerza F y la estabilidad propia del poste, resistencia de terreno y anclaje se opone a éste movimiento.

La condición de equilibrio se expresa:

$$M = F(H_p + t) \leq \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3br} \right) + cbt^3$$

F = Fuerza que tiende a hacer caer al poste (Kg).

P = Peso del poste y cemento (Kg).

a, b = Dimensiones de la base de cemento (m).

σ = Presión admisible del terreno kg / cm².

t = Profundidad (m) .

c = coeficiente según tipo de terreno (kg / m³)

H_p = Altura del poste donde actúa la carga.

Para poste de 12 m.

Peso del poste: 890 kg.

Peso de accesorios : $\frac{579 \text{ kg.}}{1469 \text{ kg.}}$

Volumen de la cimentación = volumen del cemento - volumen del poste enterrado.

Volumen del cemento:

$$a \times b \times t = 0.6 \times 0.6 \times 1.2 = 0.432 \text{ m}^3$$

Volumen del poste enterrado:

$$V_{pe} = \pi (D_e + D_b) \times \frac{2}{16} \times \frac{T}{16} = \pi (0.312 + 0.330) \times \frac{1.2}{16}$$

$$V_{pe} = 0.097 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de la Cimentación} = 0.432 - 0.097 = 0.33 \text{ m}^3$$

Asumiendo densidad de terreno : $1,600 \text{ kg} / \text{m}^3$

$$\text{Peso de cimentación: } V \times \delta = 0.33 \times 1600 = 535.8 \text{ kg.}$$

$$\text{Peso Total} : 1469 \text{ kg} + 536 \text{ kg} = 2005 \text{ kg.}$$

Tomando el valor : $\sigma = 2 - 2.5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ (tierra media)

$$\sigma = 25000 \text{ kg} / \text{m}^2 = 25,000 \text{ kg} / \text{m}^2.$$

$$c = 2000 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ (Tierra media)}$$

$$t = 1.2 \text{ m.}$$

$$H_p = 10.52 \text{ m.}$$

$$a = b = 0.6 \text{ m.}$$

$$F(10.52+1.2) \leq 2 \frac{2005}{2} \left(0.6 - \frac{4 \times 1866}{3 \times 0.6 \times 25000} \right) +$$

$$2000 \times 0.6 \times (1.2)^3$$

$$F(11.72) \leq 422.83 + 2073.6$$

$$F \leq 213 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto la fuerza F es menor que 225.4 kg.

4.7.- PROYECTO RED SECUNDARIA

4.7.0.- INTRODUCCION.-

Para elaboración el proyecto de red secundaria de las localidades electrificar se ha considerado como patrón de diseño a la localidad anexo el medier, por lo tanto que dará como referencia por su similitud en el procedimiento a las demás localidades.

4.1.1.- REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION DEL ANEXO EL

 MEDIO.-

a.- Generalidades.

El anexo medio del Distrito de Nicolas de Pierola, se encuentra ubicado en la provincia Camaná, departamento Arequipa.

b.- Alcance del proyecto.

El proyecto comprende el sistema de redes eléctricas en baja tensión para servicio domiciliario y alumbrado público que beneficiará de fluido eléctrico 459 viviendas distribuidas en 21 manzanas.

c.- Descripción del proyecto.

El sistema de redes eléctricas para servicio domiciliario y alumbrado público, se ha proyectado con derecho a una demanda de potencia de 800 vatios / lote y 200 vatios por poste de 7m y 300 vatios poste de 9m. respectivamente.

El sistema adoptado en el servicio particular y en el alumbrado público es el trifásico tetrapolar, con una tensión de servicio de 380 /220v, 60 Hz.

Las sub-estaciones transformadores que alimentará las redes eléctricas del anexo el medio, serán de tipo Barbotante biposte.

En el presente proyecto se presenta la siguiente carga especial.

Escuela 3.2 Kw. f - s = 1 f.p = 1.

d.- Bases de Cálculo.

El presente estudio se ha elaborado teniendo en cuenta

siguiente datos técnicos:

Servicio domiciliario:

Demanda máxima : 800 w / lote.

Factor simultaneidad : 0.5.

Caída de tensión admisible 5%.

Tensión de servicio : 380/220v.

Coseno ϕ : 0.9.

Alumbrado público:

Demanda máxima : 200 w / lote.

Factor de simultaneidad : 1.

Caída de tensión admisible : 5%.

Tensión de servicio : 220v.

Cos ϕ : 1.

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES EQUIPOS

El objeto del presente capítulo es hacer las **prescrip-**
ciones de características de materiales-equipos a emplear-
se en el **proyecto**.

5.1.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL CONDUCTOR

5.1.0.- GENERALIDADES.-

La **presente** prescripción cubre la fabricación, pruebas,
suministro **indica** la calidad mínima recomendable de los
conductores a emplearse en la red de distribución primaria
del proyecto.

5.1.1.- NORMA.

Los conductores deberán cumplir en su fabricación y
pruebas, **con la norma** de conductores eléctricos en redes
de distribución aérea, **norma DGE 019-CA-2/1983**.

5.1.2.- PRUEBAS.

Las pruebas ha efectuarse para los conductores requerir-
dos en el **proyecto** serán las especificadas en las normas
ITENTEC 370.223.

El fabricante deberá dar facilidades para realizar las
pruebas pudiendo esto solicitar **que cualquier** prueba se
repita.

5.1.3. BASES DE COMPRA.-

Las indicaciones de suministrarse **para el pedid-** de un
conductor cableado, ya sea desnudo forrado se requiere:

- Número de norma DGE 019-CA - 2/1983.
- Designación del conductor.
- Longitud del conductor pedido.

5.1.4.- EMBALAJE.-

Los conductores serán suministrados en carretes, el carrete será robusta para soportar maniobras en el transporte.

El carrete se protegerá del medio ambiente con impermeables plástico, tanto externo e interno.

Cada carrete será señalizado en forma indeleble a cada lado con la siguiente información:

- Nombre de localidad (Ej: Huacapuy).
- Características del conductor.
- Longitud del conductor.
- Peso bruto (conductor y carrete).
- Sentido de enrollamiento.
- Número de carrete.
- Nombre y fecha de fabricante.
- Número y fecha de prueba del conductor.

5.1.5.- ESPECIFICACIONES GENERALES DEL CONDUCTOR.-

a.- Conductor para el sistema de distribución primaria del proyecto.

Los conductores serán de cobre electrolítico, en temple duro, cableado concéntricamente.

Las características del conductor son las siguientes:

- Calibre del conductor 25 mm².

Sección 21.15 mm².

- Resistencia máxima a 20 °C en cc. 0.73 ohm/Km.
- Número de Hilos 7.
- Peso 229 Kg./m.
- Carga de rotura máxima 992 kg.
- Diámetro nominal de los alambres 2.15 mm.
- Diámetro nominal exterior del conductor cableado 6.45 mm.

Las características anotadas anteriormente serán revisados mediante procedimientos en el laboratorio de acuerdo a la norma establecida.

b.- Conductores de amarre.

Para fijación de los conductores a los aisladores tipo PIN se empleará conductor de cobre calibre 10 mm², con una carga de rotura de 391 Kg.

- Datos de fabricante:
- Numeros de hilo 7.
- Diámetro nominal de los alambres 1.35 mm.
- Diámetro nominal exterior de conductor cableado 4.5 mm.
- Sección (mm²) 8.35.
- Peso Kg./Km.90.
- Resistenci máxima en cc a 20 °C 1.86 Kg.

5.1.6.- DEFINICIONES REFERENTE CONDUCTORES.

a.- Alambre.

Es el producto de cualquier sección maciza, obtenido a partir del alambroón por trifilación, laminación en frío, resultando un cuerpo de metal estirado de forma cilíndrica

y sección circular.

b.- Carga de rotura.

Carga mecánica máxima que pueda soportar el conductor al momento de ocurrencia de rotura.

c.- Conductor.

Alambre o conjuntos de alambres no aislados entre sí destinados a conducir la corriente eléctrica.

d.- Conductor cableado.

Es el conductor formado por un conjunto de alambres cualquier combinación de conjuntos de alambres.

e.- Conductor desnudo.

Conductor sin ningún tipo de protección aislamiento.

f. Conductor protegido (cubierto).

Conductor con cubierta protectora, que lo protege contra la acción atmosférica.

g.- Capacidad de corriente.

Es el valor de la corriente en amperes que puede transportar un conductor la tensión nominal bajo condiciones de operación preestablecidas.

h.- Diámetro nominal.

Es el diámetro teórico del conductor en mm, que sirve para designarlo.

i.- Sección nominal.

Es la sección transversal del conductor en mm² que sirve para designarlo.

5.2.0.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACCESORIOS DE FIJA-

 CION DEL CONDUCTOR

5.2.1.- MANGUITOS DE EMPALME.-

Se usarán para conectar los tramos de conductores sin deteriorar el conductor, soportará una carga de 95% de la rotura del conductor. Los manguitos que se empleará en cuell- muerto o puentes otros donde trabaje el conductor sin tensión no permitirán deslizamientos aplicados con cargas menores al 25% de la rotura del conductor.

5.2.2.- CONECTOR DE COBRE.-

Serán de tipo grampa paralela de doble vía, los conectores ajustados a su máximo, no deterioran los hilos del conductor, permitirán un deslizamiento al alcanzar el 95% de la carga de rotura del conductor.

5.2.3.- PRUEBAS DE LOS ELEMENTOS DE FIJACION.-

Los conectores y manguitos serán chequeados mediante prueba de inspección antes de emplearse.

Las pruebas cumplirse son: mecánicas y eléctricas.

a.- Prueba mecánica:

- Se cortará cinco metros de conductor y se conectará a ambos extremos del conductor conectores, se pintará las zonas donde están aplicados por el manguito conector; luego se aplicará una fuerza que se elevará gradualmente hasta alcanzar el 95% de la carga rotura del conductor en un tiempo de unos segundos.

- Luego se hará el sentido inverso es decir se reducirá la carga hasta 75% de la rotura.

El conductor se mantendrá por espacio de un minuto en

estas condiciones no debe producirse ninguna deformación o falla.

Luego se aumentará hasta que se produzca deformaciones y escape el conductor antes de producir la rotura.

- Se desarmarán todos los conectores y empalmes para verificar que no se ha producido fallas ni deformaciones.

En el transcurso de la prueba no se permitirá ningún ajuste modificación.

b.- Pruebas eléctricas:

Se aplicará dos muestras que tengan los elementos de fijación, conectores y empalmes a emplearse, tomando como longitud de base de conductor de 2 metros en un ambiente sin flujo de aire, se aplicará a cada muestra una intensidad de 25% mayor la nominal en un tiempo de 8 horas tomando de lectura la variación de temperatura cada media hora en las uniones o empalmes del conductor. Después se volverá a repetir la prueba registrando mediciones previa enfriamiento del elemento en un lapso de tiempo promedio de 16 horas. Al final de cada calentamiento se medirá la variación de tensión a toda la muestra. La caída de tensión medida con conectores y empalmes deberá ser menor o igual a la medida en el conductor sin elementos de fijación.

Al final no debe presentar signos de calentamiento, deformaciones en los dispositivos de unión o en conductor.

5.3.0.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SOPORTES Y CRUCETAS

5.3.1.- ALCANCE.-

La presente especificación técnica cubre el diseño, fabricación, pruebas condiciones de aceptación para la adquisición de postes, crucetas y ménsulas de concreto armado que serán utilizados en las redes del sistema de distribución del proyecto.

5.3.2.- DEFINICIONES.-

a.- Carga de trabajo (poste).

Carga máxima aplicada a 10 cm. de la punta y en una dirección específica, para lo cual ha sido diseñado

b.- Carga de trabajo (cruceta).

Carga que se considera aplicado en los agujeros extremos, para fijar los aisladores en las tres direcciones simultáneamente (horizontal, vertical, longitudinal).

c. Carga de rotura (poste).

Carga estática que, aplicada a 10 cm. de la punta en la dirección perpendicular al eje del poste determina la falla del poste.

d.- Carga de rotura nominal (poste).

Es la carga de rotura especificada por el fabricante.

e.- Coeficiente de seguridad.

Es la relación entre la carga de rotura nominal y la carga de trabajo. En el proyecto se considera en condiciones normales no menor de dos para postes crucetas.

f.- Conicidad.

Es el aumento gradual de sección del poste desde la punta a la base del mismo.

$$Co = \frac{Db - Dp}{L}$$

Donde:

L_0 = Conocidad (en mm/m).

D_0 = Diámetro en la base del poste (mm.).

D_p = Diámetro en la punta (mm.).

L = Longitud (m).

g. Falla (poste).

Se presenta cuando el poste, sometido al ensayo respectivo o en trabajo bajo la acción de la carga aplicada, experimenta una deformación permanente en las barras de la armadura con agrietamiento en la zona tensionada y desprendimiento del concreto en la zona comprimida.

h.- Flecha.

Desplazamiento que experimenta la punta por acción de una carga, medida perpendicularmente al eje del poste en su posición inicial.

i.- Grietas capilares.

A simple vista de la superficie del poste y crucetas aparecen como una línea pudiendo distinguirse sus bordes.

j.- Longitud de empotramiento.

Es la distancia comprendida entre la sección de empotramiento y el extremo inferior del poste.

k.- Longitud nominal (cruceta).

Es la distancia entre los ejes de agujeros o el centro del eje de agujeros extremos para la fijación de aisladores o cadenas de aisladores, respectivamente.

l.- Longitud nominal (ménsula).

Es la distancia entre el eje de agujero o el centro del par de agujeros, más próximos a la punta y el eje del ojo.

m.- Longitud total.

Es la distancia comprendida entre la punta y el extremo inferior del poste a lo largo de su eje longitudinal.

n.- Longitud útil.

Es la distancia comprendida entre la punta y la sección de empotramiento.

o.- Ojo.

Se denomina así los agujeros de las crucetas ménsulas destinados a la fijación de éstas, por empotramiento al poste respectivo.

5.3.3.- POSTES.-

a.- Material.

Los postes serán de concreto armado compactados por vibración centrifugación.

b.- Longitud.

La longitud del poste se considera subdividida en longitud de empotramiento y longitud útil.

c.- Dimensiones transversales.

Las secciones transversales de los postes serán en lo posible, circulares y anulares y la forma del poste será troncocónica.

d.- Condición de operación.

Se consideran de acuerdo al formato.

e.- Tolerancias.

Las tolerancias admisibles en las dimensiones serán:

- En la longitud total de los postes: $\pm 0.5\%$.

- En las dimensiones transversales: $\pm 5\%$.

- La conicidad deberá estar comprendida entre 15-20 mm/m.
- La rectitud del poste se admitirá una desviación inferior $5/1000$ de su altura, midiéndose esta desviación por la distancia máxima entre la superficie del poste y un hilo tensado desde la punta a la base del mismo.

f.- Mecánicos.

Debe ser lisa y no cubierto con pintura.

- La superficie exterior.

Las aristas eventuales no deben ser despostillados y en caso de ser reparadas, deberán ser aislados.

- Sólo las fisuras con 0.1 mm. de ancho será toleradas.
- La resistencia mínima a la compresión del concreto no debe ser menor de 280 Kg/cm².
- La punta del poste será eficazmente obturada por una perilla de concreto de dimensiones adecuadas, excepto cuando se prevea ubicar algún elemento accesorio.

g.- Electricos.

- Puesta tierra: la ubicación de los agujeros para el conductor de puesta a tierra con respecto a la base del poste estará ubicada a 1.1 metros, a 1.3m.

h.- Marcas en los postes.

En cada poste se indicará la longitud del poste en (m), carga de trabajo en (Kg.), año de fabricación y las siglas del fabricante irán moldeados a 3m. de la base.

i.- Muestreo, Inspección y Pruebas.

Para la inspección así como para las pruebas, los postes se seleccionarán al azar de acuerdo al tamaño del

lote.

TAMARO DEL LOTE	Nº DE POSTES A EXTRAER	Nº DE POSTES DEFECTUOSOS TOLERABLES A LA PRUEBA
2 - 50	2	0
51 - 200	5	
201 - 500	10	2
501 - 800	15	3
801 - 1000	20	4
1001 - a más	25	5

- Inspección.

Se verificará el estado general, al acabado de la superficie y la ausencia de grietas no capilares de todo lote, se controlará su longitud total, su diámetro en diferentes secciones y su rectitud.

- Pruebas.

Para la recepción de postes se efectuarán la prueba de carga y la prueba de rotura.

Empotramiento: se hará 10% de su longitud para postes mayores de 10 , será de 1m. como mínimo para menores de 10 m.

Carga: La carga será aplicada 10cm. por debajo de la punta, perpendicularmente al eje de simetría en su estado inicial.

Disposición para las pruebas: El poste se ha de colocar horizontalmente, fijado rígidamente en su sección de empotramiento y a 25 cm. de la base.

Prueba de Carga: Se aplica durante dos minutos una car-

ga igual 20% de la carga de rotura y se mide la flecha, se descarga pausadamente y después se mide la deformación permanente resultante. Se carga nuevamente durante dos minutos con el 20% de la carga de rotura. Se aumenta la carga hasta el 40% de la rotura durante de dos minutos y se mide la flecha. Se descarga lentamente y después se le somete una serie de oscilaciones de 15cm. de amplitud como máximo, a fin de vencer los esfuerzos que actúan en los apoyos deslizantes, una vez estabilizado el poste, se mide la deformación resultante, luego se repiten los pasos anteriores hasta llegar al 60% de la carga de rotura.

La prueba es aceptable cuando cumple con los siguientes prescripciones. La deformación final resultante no excederá a 5% de la flecha obtenida al aplicar el 60% de la carga de rotura. Si no hub saltos bruscos en las deformaciones y si al dejar de aplicar la carga se cierran claramente las grietas capilares formadas.

Si en la zona de comprensión del poste no se tiene desprendimiento del concreto.

Prueba de Rotura: Se aplica al poste el 20% de la carga nominal durante dos minutos, progresivamente se continúan los aumentos de carga hasta llegar al 60% de la carga nominal de rotura.

A partir de entonces, los incrementos efectuados son del 5% hasta producir la falla del poste, anotando en la hoja de pruebas la carga que la produjo al igual que las flechas obtenidas en cada incremento de carga. Se conside-

ra satisfactoria la prueba si la carga de rotura es igual o mayor que la carga nominal.

5.3.4.- CRUCETAS Y MENSUALES.-

Las crucetas y mensuales serán de concreto armado vibrado y estarán previstas para su montaje, con un ojo para el caso de postes simples y dos para el caso de postes dobles. Tendrán superficies lisas y sin marcas de encofrado.

a.- Forma Genérica.

De los extremos de las crucetas y mensuales y hasta 50 mm. del agujero extremo hacia el centro tendrán sección de forma cuadrangular.

b.- Instalación.

Las crucetas y mensulas serán instaladas rígidamente de acuerdo al proyecto y se mantendrá la perpendicularidad respecto al eje del poste.

c.- Cargas.

Las cargas de trabajo considerarse son:

$R_x = 400$ kg en dirección horizontal y normal al eje del cruceta o mensula.

$R_y = 0.6 R_x$ en kg, en dirección vertical hacia abajo.

$R_z = 0.6 R_x$ en kg, en dirección del eje longitudinal de la cruceta o mensula (Tracción o compresión).

Dichas cargas serán consideradas como aplicadas simultáneamente en el eje de los agujeros destinados a fijar los aisladores.

d.- Agujeros.

El ojo, deberá permitir la instalación del elemento

respectivo cualquier tipo de poste indicado en el presente especificación. Los agujeros para fijar los aisladores estarán contituidos por tubos metalicos galvanizados o por tubos PVC pesados en 20mm. de diámetro interior libre de rebabas que impidan el paso de los pernos respectivos.

e.- Marcas de las crucetas o ménsulas.

En la cara superior de la cruceta o ménsula, se pintará en forma indeleble, la longitud nominal expresada en metros y luego la carga de rotura nominal en Kg. debajo de la clave del poste correspondiente, también se consignará las siglas de las palabras superior(s), media(n) o inferior(i) según corresponda.

f.- Inspección y prebas de crucetas o ménsulas.

La inspección se realizará sobre todo el lote, y consistirá en:

Verificación del acabado superficial, verificaciones de su longitud total, rectitud, así mismo el control de la ausencia de fisuras no capilares, diámetro de los agujeros y dimensiones de las secciones.

Prueba de la carga, las carga se fijarán en cualquiera de los agujeros extremos, destinados a la fijación de aisladores y se cargarán progresivamente hasta llegar al 60% de la carga de rotura especificada por el fabricante.

Prueba de rotura, se carga al elemento gradualmente hasta llegar a la falla y la aceptación de la prueba será idéntica a lo establecido para postes.

5.3.5.- FORMATO DE INSPECCION, VERIFICACION PRUEBAS.-

Formato: A

Proyecto.

Zonas de influencia del proyecto.

- A -----
- B -----
- C -----
- D -----

CONDICIONES NORMALES DE OPERACION	A	B	C	D
1.- TENSION DE OPERACION (V)				
2.- TENSION MAXIMA DE OPERACION (V)				
3.- MAXIMA TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				
4.- MINIMA TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				
5.- ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m)				
6.- MEDIO AMBIENTE: a.- HUMEDAD MAXIMA (%). b.- SUSPENSION DE SAL ALTAMENTE CORROSIVA. c.- PRECIPITACIONES NO FRECUENTES. d.- NEBLINA. e.- HUMO INDUSTRIAL.				
7.- INFORMACION ADICIONAL				

Formato B:

Inspección:

- Observación del estado general:.. .. .
- Acabado de la superficie:.. .. .
- Observación de fisuras no capilares:.....

Verificación de medidas:

- Longitud:.....
- Diámetro de punta:.....
- Diámetro intermedio:.....

- Diámetro de base:.....
- Diámetro del eje:.....
- Lugar de verificación:.....
- Fecha:.....

Pruebas:

- Tipo de prueba:.....
- Fabricante:.....
- Características declarados por el fabricante:.....
- Longitud:.....
- Tiro en la punta:.....
- Factor de seguridad:.....
- Prueba efectuada por:.....
- Lugar de prueba:.....
- Fecha:.....

TIRO EN LA PUNTA	DESPUES DE 2 MINUTOS CON CARGA.	DESPUES DE 5 MINUTOS SIN CARGA.
	FLECHA	DEFORMACION RESIDUAL

5.4.- ESPECIFICACION TECNICA DE AISLADORES Y ACCESORIOS.-

En el presente especificaciones se describe la calidad mínima aceptable de fabricación pruebas de aisladores.

- Aisladores de ampana o suspensión para clase de

línea del tipo badajo y caperusa (Ball and Socket).

- Aisladores tipo pin para líneas aéreas aisladores para retenidas.

Los aisladores podrán ser de porcelana de vidrio endurecido. La porcelana de los aisladores debe ser sana, libre de defectos y porosidades, cubriendo completamente todas las partes expuestas del aislador.

Los aisladores no serán afectados por las condiciones atmosféricas, clima, ácidos, alcalis, polvos cambios bruscos de temperatura de 0°C a 50°C bajo condiciones de operación.

Los aisladores deberán someterse a las pruebas según las normas. CEI-274 y cumplir con CEI-52-60-75-120-13/ y 168 en complemento con ASA C29-1, C29-2, C29-3, C29-4, C29-5, C29-6, C29-7, C29-8, C29-9, C68-1, C76-1, C77-1, AIEE49-1, NEMA 107, ASTM A 239.

5.4.1.- AISLADORES TIPO PIN PARA LINEA DE 13.2 KV.

Los aisladores tipo pin serán de clase ANSI 55.5 su agujero roscado permitirá alojar un pin de 3/8 pulgadas de diámetro y de 20 pulgadas de largo.

Deberán satisfacer los siguientes valores:

Tensión de descarga superficial baja frecuencia:

En seco 65 Kv.

Bajo lluvia 35 Kv.

Tensión de impulso crítica de honda negativa:

Tensión positiva 105 Kv.

Tensión negativa 130 Kv.

Tensión de perforación a baja frecuencia 95Kv.

Longitud de fuga.....9 pulgadas.

Longitud de flameo en seco.....5 pulgadas.

Carga de rotura aplicada en voladizo:300 libras.

5.4.2.- AISLADORES DE CAMPANA O SUSPENSION PARA ANCLAJE

DE LINEA.-

Serán de clase ANSI 52-4 de 10 pulgadas x 3/4 pulgadas de tipo STEEL HARDWARE (Belay Socket) y de siguientes características:

Tensión de descarga superficial baja frecuencia:

En seco 80 Kv.

Bajo lluvia 50 Kv.

Tensión de impulso crítico de onda negativa:

Tensión positiva 125 Kv.

Tensión negativa 130 Kv.

Tensión de perforación baja frecuencia 110 Kv.

Longitud de la línea en fuga: 11 1/2 pulgads.

Resistencia mecánica y electrica: 15,000 libras.

Resistencia mecánica de impactor:80 libras-pulgds.

Resistencia la tensión aplicada por 24 horas:

10,000 libras.

5.4.3.- AISLADORES PARA RETENIDA.-

Se usará de las siguientes características:

Clase ANSI 54-3.

Tiro de rotura 20,000 libras.

Tensión de flameo a baja frecuencia:

En seco 35 Kv.

Bajo lluvia 15 Kv.

Línea de fuga 2 1/4 pulgadas.

5.4.4.- ACCESORIOS.-

Los aisladores se fijarán mediante accesorios de acero y hierro maleable de las características detallados más adelante. Todos los accesorios serán galvanizados en caliente, cubiertos con una capa de zinc de 0.6 Kg./dm².

a.- Pin para aisladores clase 50-5.

Se usará pines de perfiles cónicos de 1 pulgada de diámetro en la punta, serán fabricados de acero con una resistencia que soporte en voladizo una carga de 455 kilogramos en la punta de flexión en ángulo no mayor de

10 grados medido entre ejes. El esfuerzo de rotura del acero no será menor de 10 Kg./mm². A la vez el pin llevará arandelas planas y tuercas. en el extremo superior. La rosca será de plomo y en el inferior la rosca será sin plomo y de 3/4 pulgadas de diámetro.

b.- Elementos de fijación de aisladores de clase 52-4.

Los aisladores de suspensión o campana serán previstos de todos los extremos necesarios para el montaje de tipo badajo y caperusa en forma segura. La fuerza se transmitirá entre los elementos mediante una adecuada área de apoyo evitando los contactos tipo punto y tipo línea. Todos los pasadores de seguridad de los elementos de fijación serán de acero inoxidable y poseerán arandelas planas y de presión. Todo el conjunto de dispositivos de los aisladores tendrán una resistencia mecánica superior 7000 libras.

c.- Grampa de tensión.

Los conductores se fijarán a la cadena de suspensión de tipo empernado. Estas grampas serán de acero galvanizado, fabricados de tal forma, que elimine la posibilidad de deformación de los conductores cableados y separación de los hilos mismos.

La presión se aplicará sobre el conductor en forma pareja, la parte interna de las grampas serán lisos, bordes cortantes y ondulaciones de siguientes características:

D. CONDUCT.		PERNO U		DIMENSIONES			TENSION
Min. mm.	Max. mm.	Nº	Día.pulg.	A	B	C	Mínima lbs.
8.9	17.8	3	1/2	187	171	22'	7,000

d.- Mordazas de Suspensión.

Serán de acero galvanizado de características:

D. CONDUCTOR		TENSION DE ROTURA Lb/kg.	PESO kg.
Min. m.m.	max. m.m		
3.18	12.2	8,000 / 3632	0.95
4.1	15.2	8,000 / 3622	0.9

e.- Ball Clevis y Socket Eyes.

Serán de acero galvanizado, los pines de 5/8 pulgada de diámetro y pasador de siguientes características:

ACCESORIOS	TENSION DE ROTURA Lb/kg.	PESO kg.
BALL CLEVIS	6,000 / 2724	0.7
SOCKET EYES	8,000 / 3632	0.8

5.5.- INSTALACION DE PUESTA A TIERRA.

5.5.1.- INTRODUCCION.-

Se ha adoptado la utilización de sistemas de tierra con fines de protección en el proyecto de media y baja tensión, al cual se conectan, carcasa de equipos, estructura de soporte y otras partes metálicas que normalmente no asumen potencial eléctrico.

Se han adoptado los denominados pozos de tierra, la varrilla que actualmente se utiliza es el tipo copperweld y el terreno circundante se trata con sales industriales. En las subestaciones se adopta la práctica de independizar físicamente los sistemas de tierras de equipos de tensión diferente.

5.5.2.- INSTALACION DE TIERRA.-

Una instalación de tierra es aquel medio que permite un contacto eléctrico firme con la masa de tierra que tiene potencial eléctrico de referencia cero.

La conexión a tierra se efectúa principalmente con fines de protección; contra tensiones de riesgo al personal y también en algunos casos con fines de operación mantenimiento cuando los neutros de los generadores y transformadores se conectan a tierra.

En general un sistema de tierra debe ser diseñado con el fin de lograr bajos gradientes de tensión en el terreno y para el caso de operación, debe lograrse valores de resistencia suficientemente bajos y controlables.

5.5.3.- RESISTIVIDAD DEL TERRENO EN LA ZONA DEL PROYECTO.-

La resistividad del terreno en Camaná, presenta valores diferentes debido a la presencia de rocas y terrenos secos. Presentan valores de resistividad alta. La presencia del río Majes que atraviesa la zona del proyecto ha formado zonas pedregozas. A sus alrededores constituyendo terrenos de alta resistividad, la baja resistividad se presenta en zonas circundantes a la playa del mar y terrenos pantanosos de lugares Chuli, San José, El Cardo, La Punta y Cerrillos.

Los valores de resistividad en cada zona se les puede considerar como estables ante el tiempo. Debido a las condiciones climáticas de Camaná, tales como la elevada humedad relativa (70 a 98%) y bajos márgenes de variación de temperatura (10 °C a 28 °C).

El riego de terrenos agrícolas ayudan a mantener un apropiado nivel de humedad del suelo.

Para diferentes profundidades y capas de terreno se nota en algunos casos una apreciable variación de la resistividad, pero considerando que la zona de influencia de los electrodos de puesta a tierra, llegar a 2.5 metros pero se considera un promedio de 2 metros, debido que en mayoría de la zona del proyecto se encuentra el nivel de agua a un metr. de profundidad.

Es importante indicar que los componentes de la capa superficial del terreno son óxido de sílice y óxido de aluminio, que son buenos aislantes, la conducción eléctrica

ca se realiza a través de las sales y humedad contenida en los óxidos.

En la medición de los parámetros de tierra se utilizan los siguientes métodos:

- a.- Resistividad del terreno: Configuración WENNER.
- b.- Resistencia de puesta a tierra: Método de tres terminales.

Ambos métodos están basados en el concepto de caída de potencial considerado en base de las recomendaciones de los fabricantes de equipos y se han adoptado luego de las verificaciones correspondientes.

En el proceso de medición de los parámetros de tierra es convenientemente tener presente entre otras las siguientes recomendaciones:

- Los electrodos auxiliares de medición deben ser colocados en trayectorias perpendiculares a las líneas cables de conducción de energía eléctrica para evitar efectos de inducción en la medición, en ningún caso se debe colocar paralelos a los conductores.

- En la medición de instalaciones de tierra de sistemas eléctricos en servicio se debe utilizar equipos probadores tierra del tipo magneto de alta frecuencia, en vista que los del tipo electrónico pilas son sensibles a las inducciones y corrientes de descarga y parásita.

El conductor a utilizarse en tomas a tierra estará conformada por conductor desnudo de cobre de 33 mm², enterrado de bajo la superficie a 0.80 mm. adoptando las configuraciones de estrella, rectángulo y otras combi

naciones con varillas de aterramiento Copper Weld.

5.6.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE RETENIDAS.-

a.- Conductor :

Acero galvanizado, constituido por 7 hilos de 3.05 m. de diámetro de cada uno, diámetro total de la trenza 9.52 mm, carga de rotura no menor de 3159 Kilos.

b.- Perno :

Con ojo y rosca en un extremo, llevará arandela soldada al perno 2 cm del ojo y rosca para recibir dos tuercas, soportarán un tiro no menor de 3,800 kgs.

c.- Guarda Cable :

De acero galvanizado en caliente que permitirá el ingreso y salida del perno ojo, apto para cable 3/8 pulgada de diámetro, longitud de guarda cable debe ser 2.40

d.- Conector de Sujeción de cable :

Serán de dos vías con perno ajuste pasante apto para cable 3/8 pulgada de diámetro, poseerán la pista dentadas para evitar el deslizamiento del cable.

e. - Varilla de Anclaje :

De acero galvanizado de 3/4 pulgada de diámetro traerá en su extremo un ojo para anclaje de dos cables en otro extremo roscado con su respectiva tuerca.

f.- Bloques de Anclaje :

Será de concreto con mezcla 380 kg/m³ de 0.80 x 0.60 x 20 cm. para anclaje de dos retenidas, llevará una platina de fierro de 0.3 x 0.3 x 1/4 pulgada de espesor.

5.7.- ESPECIFICACION TECNICA DE TRANSFORMADOR PARA SUB- ----- ESTACIONES.- -----

Las especificaciones que a continuación se indican para los transformadores de 50KVA a 7 MVA. de una relación de transformación de 13.2 KV/0.380-0.230 KV. para frecuencia de 60 Hz.

Los transformadores serán diseñados fabricados según las prescripciones y recomendaciones de las normas siguientes:

- Norma ITINTEC 370.002, comisión electrónica Internacional (C.E.I).

5.7.1.- PRUEBA E INSPECCION.- -----

El interesado podrá inspeccionar y probar del material utilizado así mismo los componentes de los transformadores ya sea durante la fabricación al final.

El fabricante de acuerdo al requerimiento del interesado tendrá presente en las características de cada transformador se obtendrá en base las pruebas de laboratorio.

- Prueba de aislamiento.
- Prueba de rigidez dieléctrica del aceite.
- Medida de resistencia de bobinas.
- Medida de relación de transformación.
- Prueba de vacío.
- Prueba de tensión inducida.
- Prueba de polaridad.

- Prueba de corto circuito.
- Prueba de calentamiento.
- Prueba de hermeticidad de la cuba.
- Prueba de Tensión Aplicada.
- Prueba de Tensión de Impulso.

Las tolerancias en las prueba deberán estar comprendidos en los rangos de la norma ITINTEC.

5.7.2.- CONDICIONES DE OPERACION.-

Las sobretemperaturas permisibles en los transformadores sumergidos en aceite con refrigeración natural no deberán sobrepasar los valores siguientes:

Devanados	:	65 °C
Aceite		60 °C

La temperatura almacenada no deberán deteriorar las partes aislantes. La sobrecarga que deben soportar los transformadores no deben afectar en la vida útil, dicho requisito será garantizado por el fabricante.

5.3.- DESCRIPCION DE CARACTERISTICAS.-

Las características de los transformadores serán los siguientes:

Potencia Nominal: KVA 50, 75, 100, 160, 250, 500, 1600, 5000, 7000.

- Tensión Primaria 13.2 KV.
- Tensión Secundaria 380-220 V.
- Frecuencia: 60 ciclos por segundo.
- Cinco tomas ajustables de 100% \pm 2.5 % \pm 5%.
- Nivel de ruido menor de 75 db.

Refrigeración por aire.

- Arrollamiento aislado en aceite.
- Tipo de conexión Yd5n.

5.7.4.- PUESTA EN SERVICIO.-

a.- Control de Montaje:

Después de haber terminado el montaje y el llenado de aceite del transformador, recomendamos controlar y proteger:

- Estanqueidad.
- Nivel del aceite en el depósito de expansión.
- Nivel del aceite en el graduador en carga.
- Nivel del aceite en los atravesadores.

Salida del agua por debajo del 80% de la altura de aceite

- Todas las tomas de corriente cerradas.
- El secador de aire puede respirar libremente.
- Llenado correcto de silicagel.
- Válvula de seguridad en orden.
- Conmutador graduador en carga acoplamiento correcto.
- Sistema de desgase y escape correcto.
- Punto neutro a tierra.
- Caja de tomas completas.
- Tubo de inmersión lleno de aceite.
- Pintura correcta.

b.- Control Eléctrico:

Antes de la puesta en servicios controlar por lo menos

los puntos siguientes protocolizar los resultados:

- Dispositivos de protección.

Se comprobará el funcionamiento perfecto de todos los dispositivos de protección del transformador tales como:

Protección diferencial, sobre intensidad, puesta a tierra etc, termómetros, temperatura a.eite, relés térmicos, reles Buchholz de presión, etc.

Medida de la relación de Transformación.

Se efectúa esta medida por medio de un puente de medida de transformación, si hace con voltímetros con una tensión de por lo menos el 5% de la tensión de servicio.

- Medida de la resistencia de los devanados.

Esta medida es al mismo tiempo un control de las tomas de corriente escogidos para la medida en la bobina de baja tensión se emplea el método de amperímetro - voltímetro. La resistencia de la bobina depende de la temperatura. El resultado de la medida se comparará al del protocolo de pruebas.

- Control del orden de las fases.

En caso de acoplamiento en paralelo de los transformadores, es necesario el mismo orden de las fases, además es la igualdad de las tensiones y de la tensión de corto circuito. Con falso orden de las fases se pueda alcanzar una tensión entre fases doble.

c.- Pruebas de aceite.

Antes de la puesta en servicio se tomará una muestra de aceite para someterla a un ensayo de rigidez dieléctrica. Si el ensayo no cumpliera con las especificaciones del

aceite, habrá que secar y desgasar el aceite. Seguidamente se repetirá el ensayo de rigidez. Si alguno de los valores medios, incluso en pruebas repetidos, se desvía en más de un 15% de los valores en señal de que la parte activa se ha humedecido que el aceite se ha ensuciado, corregir dicho rigidez dieléctrico del aceite.

5.7.5.- ACEITE DE AISLAMIENTO.-

El aceite provisto para el relleno del transformador debe cumplir las prescripciones de entrega, de acuerdo a las tablas N^o 1 N^o 2.

TABLA N^o 1
CONTENIDO DE AGUA Y GAS

PROPIEDAD	UNIDAD	VALOR	METODO DE ENSAYO
Contenido en agua.	ppm (p/p)	10	ASTMD - 1533
Contenido en Gas.	ppm (v/v)	5000	-----

TABLA N^o 2
RIGIDEZ DIELECTRICA EN FUNCION DE LA TENSION
DE SERVICIO DEL TRANSFORMADOR

TENSION MAXIMO DE SERVICIO EN KV.	TRANSFORMADORES NUEVOS			TRANSFORMADORES EN SERVICIO		
	CEI 156 Kv. / 2.5 mm.	ASTM D-1816 Kv. / 0.08"	ASTM D-877 Kv. / 0.1"	CEJ 156 Kv. / 2.5 mm.	ASTM D-1816 Kv. / 0.08"	ASTM F-877 Kv. / 0.1"
0 - 36	50	40	28	40	32	25
37 - 170	55	45	29	45	36	26
171 - 300	60	50	30	50	40	28
más de 300	65	55	32	55	45	30

a.- Toma de muestras.

Se deben utilizar exclusivamente recipientes limpios y secos para tomar la muestra.

b.- Ensayos en la instalación.

- Control de impurezas sólidas.

Ensayo del contenido de agua.

- Ensayo exacto del contenido del agua.

- Rigidez dieléctrica: De acuerdo a las normas se realiza los ensayos:

Ensayo CEI.

Ensayo ASTM - D1816.

Ensayo ASTM D977.

Además con el conocimiento de los inhibidores de que se dispone actualmente se pueden mejorar notablemente las características de envejecimiento de los aceites aislantes y entre ellos del aceite de los transformadores, se procede a inhibición del aceite en transformadores puestos en servicio.

El aceite aislante para transformadores en uso común es suministrado por Petro Perú, tiene siguientes características:

Nombre: Electrolube.

Tiene baja viscosidad: Es un aceite muy liviano que fácilmente disipa el calor absorbido en el transformador interruptor.

Tiene un alto poder dieléctrico, el cual llega hasta 30,000 voltios.

- Está libre de ácidos, álcalis y azufre corrosivo.

- Es altamente resistente a la oxidación y formación de borra. Es un aceite que no emulsiona con el agua.

- Tiene bajo punto de fluidez (-35°F) que permite usarlo a bajas temperaturas el barniz de recubrimiento de la bobina no ataca.

5.6.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPO MANIOBRA

PROTECCION

5.8.1.- INTERRUPTOR.-

En la subestación de Camaná se instalará cuatro interruptores automáticos (Disyuntores) SACE/BROWN BOVERI en pequeño volumen de aceite tipo RM 17.550/630, 17.5 Kv, 630A, 500 MVA, 60 Hz en su dotación de aceite incluida y accesorios para montaje de dos reles Brown Boveri tipo HBi.

a.- Control mecánico.

- Verificación del número de interruptores y ubicación.

- Control de montaje, conexiónado, y fijación, puesta a tierra del interruptor, distancia espinterométrica.

- Control de datos de placa según protocolo de fábrica.

Control del equipamiento de los paneles de accionamiento y mando eléctrico.

- Control del nivel de aceite, presión fugas de aire o de SF6, de acuerdo al tipo de interruptor.

- Control de estanqueidad y verificación del correcto funcionamiento del drenaje y filtrado en los tubos y conductos de unión del sistema neumático, si el inter-

ruptor es de este tipo.

- Control de los enclavamientos, solo cuando sea necesaria una sincronización.

b.- Pruebas eléctricas.

- Verificación de operaciones de apertura y cierre con cada uno de los tipos de mando previsto y del correcto funcionamiento de los contadores de maniobra.

- Verificación del ciclo de operación y del indicador de posición.

- Medición del tiempo de apertura, entre la orden y la separación de los contactos hasta la extinción del arco, y medición del tiempo de cierre, entre la orden y la unión de los contactos.

- Verificar el cierre y apertura simultaneo de los contactos.

Medición de la caída de tensión en los contactos.

- Medición de la rigidez dieléctrica.

- Tensión mínima de operación de bobina de disparo.

- Verificar por simulación las protecciones, cierres, alarmas y señalizaciones.

- Se realizarán pruebas de medición de aislamiento con megóhmetro de tensión no menor a 2,500 v cc. para equipos con tensión hasta 30 Kv, y 5000 v cc. para equipos con tensión mayor 30 Kv, aplicandolo entre, cada fase-masa fases entre si. El tiempo de aplicación del megóhmetro será de un minuto.

5.8.2.- SECCIONADOR.-

En la subestación de Camaná se instalará dos seccionadores ubicados en la alimentación de barras de 13.2 Kv y serán de siguientes características:

Seccionador tripolar de potencia NEBB/BROWN BOVERI tipo NALF - 36 - 6A, 36 kv, 630 A, para apertura bajo carga, montaje interior, con mando interior por varilla tipo HE incluida, con portafusibles colocados al lado inferior, adecuado para fusibles hasta 200 y sistema de varillas que provocará la desconexión automática del seccionador al disparar uno de los fusibles. Además se usarán en las subestaciones de distribución cortocircuitos fusibles tipo CUT - OUT, Mc. GRAW EDISON UNIPOLARES, para montaje exterior, con brida de fijación, para montaje de cruceta tipo: FOH 1 22 15 Kv, 100 A, Bil 110 Kv, capacidad de rotura 10 KA.

a.- Control mecánico.

- Verificación del número y ubicación de los seccionadores.

- Control de los datos de placa según la fábrica.

- Control de montaje, conexiones de líneas puesta tierra.

- Control del mecanismo de accionamiento.

- Control del bloqueo mecánico en los grupos de seccionadores de línea y de tierra.

- Medición de los tiempos de cierre y apertura para seccionadores comandados por servomecanismos.

b.- Pruebas eléctricas.

- Operaciones de apertura y cierre cada una de los

equipos.

- Verificación de los enclavamientos y de la indicación de posición en los tableros, líneas y subestaciones.

- Verificación de los enclavamientos entre seccionadores e interruptores.

Verificar el cierre y apertura simultaneo de los contactos.

- Medición de aislamiento con megóhmetro de tensión no menor a 2,500 V.C.C. Para equipo con tensión hasta 30 KV, y 5,000 V.C.C. para equipos con tensión mayor de 30KV, aplicándolo entre fase-masa y fases entre sí. El tiempo de aplicación del megóhmetro será de un minuto.

5.0.3.- HERRAMIENTA DE MANIOBRA.-

a.- Pértigas de maniobra.

- Pértigas de maniobra, hasta 30 Kv., longitud 2m.

Pértiga de ajuste de relés HB y HT, 900 mm. de longitud.

- Pértiga para fusibles tipo CEF 3.6 - 36 KV, tensión 100 KV, Peso 2.2 Kg, diámetro de 30 - 90 y longitud 1.5m.

b.- Herramienta de desconexión bajo carga.

Herramienta receptáculo aislado con un sistema interior de desconexión bajo carga y mediante un resorte recargable automáticamente por la acción desionizante de los gases producidos por el arco, para tensión nominal 30 KV. para capacidad de interrupción de 200 A.

5.9.- ESPECIFICACION TECNICA PARA RED SECUNDARIA

5.9.0.- INTRODUCCION.-

En especificación de materiales para red secundaria se hará en forma genérica para todas las localidades a electrificar por estar ubicados en el mismo nivel de ambiente.

5.9.1.- SUMINISTRO DE CONDUCTORES.-

Los conductores serán de cobre electrolítico con 99.9% de conductividad eléctrica, temple duro, con aislamiento de polietileno resistente a la intemperie y envejecimiento tipo WP.

La sección a utilizarse es de 10 mm²., 16 mm²., 25 mm²..

a.- Conductores de Amarre.

Los conductores de amarre serán de cu electrolítico sólido, temple blando, con aislamiento PVC, resistente a la intemperie y envejecimiento tipo TW, el calibre utilizar será de 10 m m².

b.- Conductor de Alimentación para equipo de alumbrado público.

El conductor para el alumbrado público, será de cobre electrolítico, temple blando, bipolar con aislamiento PVC, resistente a la intemperie y envejecimiento tipo NLT, calibre 2 x 14 AWG.

5.9.2.- ACOMETIDAS DOMICILIARIAS.-

Las acometidas domiciliarias en su totalidad serán del tipo aéreo, comprendiendo los siguientes materiales.

a.- Conductores para acometidas domiciliarias.

Los conductores para acometida domiciliarias serán de

cobre electrolítico, sólido, temple blando, concéntrico tipo SET, con aslamiento PVC, correspondiente al 2x12 AWG.

b.- Tuberías.

Tubo Plástico PVC - SAP de 3/4 pulgada de diámetro.

c.- Caja Metálica Porta Medidor.

Las cajas metálicas portamedidor serán de plancha de fierro galvanizado de 1/32 pulgada de espesor, tipo L de 4 x 5 x 185 x 175 m m. con tapa de cerradura.

La caja será proporcionada con tablero de madera, porta fusible de porcelana monofásica de 15A para fusible tipo C de 10A.

d.- Templador de armilla tirafón.

Se utilizarán templadores de Fe galvanizado y armilla tirafón para la sujeción del templador.

U.9.3.- SUMINISTRO DE AISLADORES Y ACCESORIOS.-

a. Aisladores.

Los aisladores serán de porcelana marrón del tipo carrrete clase 53.1 ANSI con las siguientes características :

- Altura (pulg) 2 1/8

- Diámetro (pulg) 2 1/4.

Tensión de servicio : 600 V.

- Diámetro de Hueco (pulg) : 11/16

- Carga de rotura (Lbs) : 2000

- Tensión de flameo en baja frecuencia en seco (KV.) : 20.

- En Lluvia.

Posición Horizontal (Hv) : 10

Posición Vertical (Kv) : 08

- Peso (Kg) : 0.22

b.- Portalineas.

Se utilizarán portalineas del tipo pin pasante, con perno de 1/2 pulgada de diámetro por 28 cm. de longitud y de 1/2 pulgada de diámetro por 21 cm., de longitud. La distancia entre ellos será de 15 cm.

5.9.4.- SUMINISTROS DE POSTES Y PASTORALES.-

a.- Postes.

Se utilizarán postes de concreto armado centrifugado con las siguientes características:

LONG. m.	ESFUERZO EN LA PUNTA(kg)	DIAMETRO EN LA PUNTA(mm)	DIAMETRO EN LA BASE(mm)	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
7	200	120	225	2
7	300	120	225	2
9	200	120	225	2

Los postes de 7/200 se utilizarán para alineamiento en calles principales y secundarias, los postes de 7/300, para cambios de dirección y 9/200 para plazas y cruces de vías.

b.- Pastorales.-

Los pastorales serán de concreto para:

- Postes de 7 m. tipo sucre C simple.
- Postes de 9 m. tipo sucre C triple.

5.9.5.- RETENIDAS.-

Serán de alambre galvanizado N° 8 trenzado, con un aislador de tracción tipo nuez clase 54.2, irá ama-

ITEM	ESPECIFICACION	METRADOS		COSTOS	
		UNID	CANT	C.U. I/.	C.TOTAL I/.
1.1	Poste C.A.C. 12/200/120/300 para armado A1.	Pza.	259	41670.5	10792659
1.2	Idem a 1.1 para armado A2.	Pza.	68	41670.5	2833594
1.3	Idem a 1.1 para armado A5.	Pza.	43	41760.5	1791831
1.4	Poste C. .C. 12/300/150/330 para armado A3.	Pza.	38	47443	1802834
1.5	Idem a 1.4 para armado A4.	Pza.	21	47443	996303
1.6	Idem a 1.4 par armado A6.	Pza.		47443	426987
1.7	Idem a 1.4 para armado A7	Pza.	116	47443	5503388

					24'147,597
2.0.- Crucetas.					
2.1	Cruceta de concreto armado de 1.50 m. para armado A1.	Pza.	259	4,937	1'288,007
2.2	Idem a 2.1 par armado A2.	Pza.	68	4,937	338,164
2.3	Idem a 2.1 para armado A3.	Pza.	38	4,937	188,974
2.4	Idem a 2.1 par armado A4.	Pza.	42	4,937	208,866
2.5	Idem a 2.1 para armado A5.	Pza.	43	4,937	213,839
2.6	Idem a 2.1 para armado A6.	Pza.	9	4,937	44,757
2.7	Idem a 2.1 para armado A7.	Pza.	116	4,937	576,868
2.8	Media crucet de 0.80 m. para armado A2.	Pza.	68	3,123	212,364
2.9	Cruceta de concreto de 2.40 m. para armado A6.	Pza.	9	14,350	129,150
2.10	Palomilla de concreto para armado A7.	Pza.	116	3,688	427,808

					3'628,797
3.0.- Aisladores y Accesorios.					
3.1	Aisladores tipo pin clase ANSI 55.5 para armado A1.	Pza.	777	2,490	1'934,730
3.2	Idem a 3.1 para armado A2.	Pza.	272	2,490	677,280
3.3	Idem a 3.1 para armado A3.	Pza.	114	2,490	283,860
3.4	Idem a 3.1 para armado A4.	Pza.	105	2,490	261,450
3.5	Idem a 3.1 para armado A7.	Pza.	348	2,490	866,520
3.6	Aislador tipo suspensión cla- se ANSI 52.4 para armado A3.	Pza.	228	3,262	743,736
3.7	Idem a 3.6 para armado A5.	Pza.	516	3,262	1683,192
3.8	Idem a 3.6 para armado A6.	Pza.	108	3,262	352,296
3.9	Espiga o pin de fe.qalv. de 5/8"Øx16" con cabeza emploma- da de 1"Øx1½" para armado A1.	Pza.	777	1,426	1108,002
3.10	Idem a 3.9 para armado A2.	Pza.	272	1,426	387,872
3.11	Idem a 3.9 para armado A3.	Pza.	114	1,426	162,564
3.12	Idem a 3.9 para armado A4.	Pza.	105	1,426	149,730
3.13	Idem a 3.9 para armado A7.	Pza.	348	1,426	496,248

3.14	Grampa doble via para armado A2.	Pza.	204	604	123216
3.15	Idem 3.14 para armado A3.	Pza.	228	604	137712
3.16	Idem a 3.14 para armado A4.	Pza.	126	604	76104
3.17	Grampa de fe.galv. de anclaje tipo suspensión para armado A3	Pza.	114	1,612	183768
3.18	Idem a 3.17 para armado A5.	Pza.	172	1,612	277264
3.19	Perno doble ojo de fe.galv. de 5/8"Øx10" para armado A5.	Pza.	258	504	130032
3.20	Idem 3.19 para armado A6.	Pza.	27	504	13608
3.21	Adaptador de fe.galv. ojo-bola para armado A3.	Pza.	114	545	62130
3.22	Idem 3.21 para armado A5	Pza.	172	545	93740

					10' 205,054
4.0	Conductores y Accesorios.				
4.1	Conductores de CU desnudo o temple duro cableado de 25mm ² .	m.	142	183	26000200
4.2	Conductor de CU desnudo temple blando sólido de 10 mm ² .	m.	900	75	67230
4.3	Grampa de doble via de dos pernos.	Pza.	120	365	43800

					26' 111,230
5.0	Elementos de protección.				
5.1	Seccionador fusible tipo cut-out de 100 Amp. 15Kv, Bil 110Kv, 10KA.	Pza.	201	31,704	6' 372,504
5.2	Tablero de distribución de baja tensión.	Pza.	58	489,720	28' 403,760

					34' 776,264
6.0	Transformador de distribución.				
6.1	Transformador de distribución de 50KVA, trifásico de 13.2/0.380-0.230Kv Yyn0 uso hasta 1000 m.s.n.m.	Pza.	8	641,300	5130400
6.2	Idem a 6.1 pero de 75KVA.	Pza.	16	834,900	13358400
6.3	Idem a 6.1 pero de 100KVA.	Pza.	17	965,950	1421150
6.4	Idem a 6.1 pero de 160KVA.	Pza.	9	1' 474,910	13274190
6.5	Idem a 6.1 pero de 200KVA.	Pza.	8	1' 633,055	13064440

					46' 248,580
7.0	Retenidas.				
7.1	Retenida simple.	Cjto.	15	18,359	275,385
7.2	Retenida doble.	Cjto.	136	39,500	5' 372,000

					5' 647,385

8.0 Puesta a tierra.

8.1 Para postes.	Cjto.	438	26,350	11541300
8.2 Para subestación de distribución.	Cjto.	58	33,565	1946770

				13'488,070

TOTAL MATERUALES

1.0 Soportes				24'147,597
2.0 Crucetas				3'624,797
3.0 Aisladores y Accesorios				10'205,054
4.0 Conductores y Accesorios				26'111,230
5.0 Elementos de protección				34'776,264
6.0 Transformadores de Distribución				46'248,580
7.0 Retenidas				5'647,385
8.0 Puestas tierra.				13'488,070

				TOTAL
				164'252,977

b.- Transporte.

1.0 Soportes y crucetas.				4'166,459
2.0 Aisladores y accesorios.				1'530,758
3.0 Conductores y accesorios.				3'916,684
4.0 Transformadores y elementos de protección.				1'253,727
5.0 Retenidos - Puesta a tierra.				2'070,318

c.- Montaje.

57'488,542

d.- Imprevistos.

12'318,973

Costo Directo.

a.- Materiales y Equipos.				171'252,977
b.- Transporte.				13'737,946
c. Montaje.				57'488,542
d.- Imprevistos.				12'318,973

Sub-Total

247'798,438

Costo Indirecto

19'823,875

Costo Total

267'622,313

6.3. PRESUPUESTO SUB. ESTACION CAMANA.-

a.- Costo Materiales y Equipo.

1.0 Transformador.

1.1 Transformador de potencia
de 3 MVA-13.2/4.160KV
grupo conexión yd5.

Pza. 1 8'904,000 8'904,000

1.2 Idem a 1.1 pero de 2.5" x 4"	Pza.	2	8'104,400	16'208,800
1.3 Idem a 1.1 pero de 2MVA.	Pza.	1	7'384,000	7'384,000
1.4 Idem a 1.1 pero de 1MVA.	Pza.	1	3'039,75	3'039,075

				75'165,875

2.0 Equipo de protección.

2.1 Separador tripolar de potencia "ESD. BROWN CONFR" tipo SLP-55-6A, 50KV, 530A. Pza. 6 846,000 5'176,000

2.2 Interruptor automático o parafusos volumen de aceite tipo RM 1, 5L (630 17.5KV) 30A, 500V_m, 10Hz. Pza. 4 1'365,200 5541,000

3.0 Parafusos de línea 635,000 6060,000

4.0 Puerta a tierra 250,650 2556,50

5.0 Equipo de medición 240,000 2450,00

TOTAL DE MATERIALES

47'598,821

b. Materiales de transporte 7'105,749

c. Montajes 16'659,414

d. Supervisión 3'769,074

Costo total indirecto 7'419,736

Costo total directo 5'897,089

Costo total 80'964,751

5.4.- PRESUPUESTO RED SECUNDARIA.-

Para la Localidad Hacienda El Medio.

a - Costo de Materiales

1.0 Postes y Pastosales.

1.1 Poste de concreto armado y centrifugado de 7/200/120/225 Pza. 12 17,003 204,036

1.2 Idem a 1.1 pero de 9/200/120/225. Pza. 79 21,970 1735,630

1.3 Pastoral de concreto armado vibrado tipo Sucre "C" Limpie Pza. 151 3,153 476,103

1.4 Idem a 1.3 pero triple Pza. 02 7,756 155,12

3'509,493

2.0 Material Accesorios.

2.1 Porta líneas tipo pin asante de Fe. 6 lvs. de 2" c. x 1/10,

con arandela y tuerca, incluido dos aisladores tipo carrete clase Ansi. 53.1	Jgo.	284	12,435	3531540
2.2 Porta línea tipo pin pasante de Fe. Galv. de 21 cm. 1/22 incluido un aislador tipo carrete.	Jgo.	356	9,820	3495920

				7'027,460
3.0.- Retenida.				
3.1 Alambre galvanizado N°8 de 15cm. aislador de tracción tipo nuez, riel de 1.8 m.	Jgo.	10	26,125	261250
4.0.- Conductor.				
4.1 Conductor de Cu temple duro 7 hilos con aislamiento de PVC tipo WP sección 16 mm ²	m.	335	241	201285
4.2 Conductor de Cu temple duro con aislamiento de PVC tipo Wp sección 10mm ² .	m.	22,475	102	2303687
4.3 Conductor de Cu. temple blanco hipolar con aislamiento de PVC, tipo NLT calibre 2x14AG.	m.	380	150	957034
4.4 Conductor de Cu. temple blan- do, sólido con aislamiento de PVC, tipo TW calibre 12 AWG.	m.	500	23	11420

				2'573,246
5.0. Equipo de Alumbrado Público.				
5.1 Luminaria tipo HR-500M de Hierlsa o similar con Socket Goliat.	Pza.	157	24,454	3839278
5. Lámparas de luz mixta de 160W, 220V, 6000 Hrs.	Pza.	151	5,200	785200
5.3 Porta fusibles de loza del tipo aéreo de 15 AMP. con fusible de 5 AMP.	Pza.	157	1,200	188400
5.4 Lámparas de luz mixta 250 W, 220 V.	Pza.	06	8,300	49800

				4'862,678
6.0 Conexiones Domiciliarias	Jgo.	172	23,080	3969760
Total de Materiales				22'203,887
b.- Transporte				3'030,583
c.- Montaje				7'771,360
d.- Imprevisto				1'665,292

Costo total directo				34'971,122

Costo indirecto	2'797,690
Costo Total	37'768,812

6.4.1	Presupuesto Red Secundaria-	Camaná	1,133'723,118
6.4.2	Presupuesto Red Secundaria-	Uchumayo	50'942,979
6.4.3	Presupuesto Red Secundaria	El Cardo	62'582,043
6.4.4	Presupuesto Red Secundaria	El Puente	33'377,090
6.4.5	Presupuesto Red Secundaria	Huancapuy	79'270,588
6.4.6	Presupuesto Red Secundaria	San José	50'807,691
6.4.7	Presupuesto Red Secundaria	Chuli	33'377,090
6.4.8	Presupuest Red Secundaria	Pucchún	106'718,852
6.4.9	Presupuesto Red Secundaria	San Gregorio	213'876,877
6.4.10	Presupuesto Red Secundaria	San Jacinto	54'896,529
6.4.11	Presupuesto Red Secundaria	La Pampa	153'710,281
6.4.12	Presupuesto Red Secundaria	El Monte	17'127,717
6.4.13	Presupuesto Red Secundaria	Huarangal	76'415,968
6.4.14	Presupuesto Red Secundaria	Pampa Abajo	10'100,961
6.4.15	Presupuesto Red Secundaria	La Punta	9'661,789
6.4.16	Presupuesto Red Secundaria	Cerrillos	4'391.722
	Costo Total		2,158'751,107

RESUMEN DE COSTOS

Costo línea de Distribución	267'622,313
Costo Sub estación Camaná	80'964,751
Costo Red Secundaria	2'158'751,107
TOTAL	2,507'338,171

6.5.- FORMULAS DE ACTUALIZACION DE PRECIOS.-

Las formulas siguientes se considerarán en el momento de valorización de costos para el proyecto en mención.

a.- Red Primaria:

$$P_k = P_0 \left(0.32 \frac{ScP1}{ScP0} + 0.44 \frac{Cond1}{Cond0} + 0.04 \frac{Ferr1}{Ferr0} + 0.20 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

b.- Sub. Estación de Distribución:

$$P_k = P_0 \left(0.13 \frac{ScP1}{ScP0} + 0.25 \frac{Cond1}{Cond0} + 0.38 \frac{Tra1}{Tra0} + 0.35 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

c.- Red Distribución Secundaria:

$$P_k = P_0 \left(0.26 \frac{ScP1}{P0} + 0.48 \frac{Cond1}{Cond0} + 0.6 \frac{Ferr1}{Ferr0} + 0.20 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

d.- Acometidas:

$$Pk_4 = P_{-4} \left(0.80 \frac{C_{ind1}}{C_{ind0}} + 0.20 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

e.- Transporte:

$$Pk_5 = P_5 \left(0.8 \frac{Flt1}{Flt0} + 0.20 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

f.- Montaje:

$$Pk_6 = P_6 \left(0.60 \frac{Mo1}{Mo0} + 0.20 \frac{Eq1}{Eq0} + 0.20 \frac{Gu1}{Gu0} \right)$$

Para las ecuaciones anteriores:

$Pk_1, Pk_2, Pk_3, Pk_4, Pk_5, Pk_6$ precio de venta ac-

tualizadas de las partidas asignados.

$Po_1, Po_2, Po_3, Po_4, Po_5$, precios de base actuales.

$ScPo$ = Índice de base costo, postes de C.A.C.

$Cond0$ = Índice de base costo de conductores, aisladores y accesorios.

$Ferr0$ = Índice de base costo de elementos de ferreteria y accesorios.

$Tra0$ = Índice de base del costo de transformadores.

$Flt0$ = Índice de base del costo de transporte y manipuleo.

$Mo0$ = Índice de mano de obra.

$Gu0$ = Índice de costo de gasto.

$ScP_1, Cond_1, Ferr_1, Tra_1, Flt_1, Mo_1, Gu_1$, son los índices

de costo para el mes de valorización de la obra en ejecución.

CONCLUSIONES

- 1.- Como quiera que para el desarrollo del país, muy ligado a su vez al desarrollo eléctrico con ello siempre se tendrán nuevos diseños de redes de distribución y subestaciones, por consiguiente un gran número de equipos componentes de estas, se hace necesaria actualizar en su fabricación, uso y mantenimiento.
- 2.- El suministro eléctrico las localidades geográficamente cercanas a la ciudad de Camaná, resulta ser técnicamente mas conveniente la conformación de un pequeño sistema eléctrico interconectado, alimentado de un solo centro de generación.
- 3.- El sistema eléctrico proyectado podrá garantizar un mejor servicio y al dotar del fluido eléctrico las localidades que a la fecha se encuentran sin servicio.
- 4.- En la ciudad de Camaná las redes de distribución primaria y secundaria sustituirán a las redes obsoletas de esa manera reducir las pérdidas en redes de 45% a 12% y ampliar la frontera eléctrica de acuerdo a la demanda proyectada.
- 5.- Los resultados totales obtenidos permiten determinar que para el periodo de estudio considerando la máxima demanda de potencia y el consumo bruto de energía crecen a una tasa promedio de 6.6 - 7.6% respectivamente.
- 6.- Igualmente se puede apreciar que en terminos de potencia la demanda del distrito de Camaná representa

entre 60 - 70% de total estimado correspondiendo la diferencia a las localidades conformantes de los cuatro distritos.

7.- La máxima demanda de potencia y el consumo bruto de energía estimado para el año 2010 son 6,312 Kw y 22.96 GWH respectivamente, estos valores permiten definir la necesidad de efectuar del sistema distribución de redes a las localidades en mención, de así atender con el servicio de fluido eléctrico en forma satisfactoria.

8.- En cuanto a generación actualmente se encuentra en proceso de implementación a base de generación hidráulica de 660 Kw, y está en ejecución para entrar en operación para el año 1989 y a la vez con dos grupos electrógenos de 2Mw.

9.- En la ingeniería del proyecto se determina el uso de materiales y equipos de acuerdo a disponibilidad en el mercado nacional considerando los requerimientos específicos de uso en la zona.

10.- En el sistema eléctrico se usa la tensión de 13.2 Kv y la razón de usar esta tensión es que se adecua a las distancias que hay desde la Central de Camaná a las localidades de estudio de acuerdo a la carga requerida por estos. También es necesario recalcar que el uso de este nivel de tensión todavía no se ha difundido en el Perú por lo que se requiere su promoción para fines de disminuir los costos de las líneas eléctricas y a su vez lograr una mejor utilización de los recursos económicos de la

empresa. Además la posibilidad de realizar la interconexión con el sistema de Majes.

11.- La ventaja de usar la tensión de 13.2 KV es la de poder transformar directamente la tensión de distribución secundaria, también se puede usar líneas monofásicas de distribución primaria con un conductor neutro tierra.

12.- De los resultados obtenidos en el presente trabajo se recomienda que la Empresa Sociedad Eléctica sur oeste S.A. realice el estudio definitivo de la electrificación de las localidades en estudio.

13.- Se considere el sistema en una electrificación integral, mediante una línea de distribución 13.2 Kv. de Camaná-Cerrillos, Camaná - Chuli, Camaná - Pucchun.

14.- Que la empresa propicie el uso de la tensión de 13.2 KV. por ser la más aceptable para la zona, debido a distancias eléctricas y demanda.

15.- Se recomienda el uso de materiales y equipos existentes en el mercado nacional, siempre considerando sean aceptables para su uso en la zona.

16.- Considerando las malas experiencias de corrosión, registradas en conductores de aleación de aluminio en la zona marina de corrosión fuerte (Franja costera de 5 km), se recomienda que en dicho lugar se utilice exclusivamente el cobre, además dicho planteamiento es reforzado por ser nuestro país productor de cobre y soportar buena durabilidad en la costa peruana.

17.- Se amplíe la actual central eléctrica de Camaná para

finés de cubrir la demanda de potencia de las localidades para un período de 25 años.

18.- Con el objeto de permitir un oportuno y fácil control de las actividades de mantenimiento de los equipos y instalaciones en líneas y subestaciones de distribución, es recomendable que la administración y gestión en dichas actividades sea apoyada con procedimientos computarizados.

19.- Por otro lado aumentará la confiabilidad de servicio en aquellas localidades integradas, mejorará el diagrama de carga lo que significa un mejor uso de los equipamientos y el capital invertido.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica - Brown - Boveri.
- Electrificación 22 localidades Inte Electro Perú.
Línea de Transporte de Energía - Luis María Checa.
- Redes Eléctricas - Zoppetti.
- Análisis del Sistemas Electricos de Potencia - Willian D. Stevenson.
- Análisis de Alternativas para el suministro Eléctrico las localidades del Valle de Tambo de la provincia Islay departamento de Arequipa.
- Instalaciones Eléctricas. Ing. José Aguirre.
- Centrales Eléctricas Castell Franch.
- Estaciones Transformadoras y de Distribución - Zoppetti.
- Manual Práctico de Electricidad para ingenieros. Tomos I, II, III - Fink - Beaty - Carroll.
- Manual de Mantenimiento Industrial Tomos I, II, III - Morrow.
- Ingeniería Económica - Taylor.
- Normas de la Dirección General de Electrificación del Ministerio de Energía y Minas - Norma DEE.
- Ley General de Electricidad Nº 23406.
- Código Nacional de Electricidad Tomo I y IV.
- Catálogo Nek Insulators Ltd. Muzuhō Nagoya - Japón.
- Catálogo de Pirelli Conductores Eléctricos Peruano S. A.
- Catálogo Indeco Peruano S. A.
- Catálogo S & c Open Cotuots Type XS.
- Catálogo Industria de Postes S.R.L.
- Catálogo Ferretería Eléctrica JGR.
- Catálogo Mac - Gran - Edison.
- Catálogo de Seccionadores, Disyuntores, Transformadores

Brown Boveri.

- Catálogo Industria de Materiales Eléctricos IME - S.R.L.
- Normas Itintec.
- Catálogo Instrucciones para servicio y mantenimiento de transformadores - Delcrosa.
- Memoria de Trabajos de VIII - IX - Conimera.