

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



“ Electrificación Rural para Carmen de la Frontera - Piura - ” (Generación, Transmisión y Distribución)

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

TEOBALDO ALFREDO SOLIZ HUERE

PROMOCION: 1982 - I

LIMA • PERU • 1987

I N D I C E

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	02
II. MEMORIA DESCRIPTIVA	06
2.1 Objetivo	06
2.2 Ubicación	06
2.3 Características	06
2.3.1 Generalidades	06
2.3.2 Población	09
2.3.3 Aspectos Socioeconómicos	09
2.4 Demanda del Proyecto	10
2.5 Bases Legales	10
2.6 Parámetros del Proyecto	10
2.7 Descripción del Proyecto	11
2.7.1 Generación	11
2.7.2 Transmisión	13
2.7.3 Distribución	14
III. MERCADO ELECTRICO	17
3.1 Análisis Poblacional	17
3.2 Análisis Socioeconómico	18
3.3 Período de Estudio	20
3.4 Metodología y Muestreo	20
3.5 Análisis de la Demanda	22
3.5.1 Evaluación Sectorial	22
3.5.2 Demanda Máxima para el Año 1983	29
3.5.3 Desarrollo del Número de Usuarios	29
3.5.4 Proyección de la Demanda	32
3.5.5 Análisis de las Pérdidas	35
3.5.6 Energía Anual	35
IV. EVALUACION Y CALCULOS	55
4.1 Evaluación de los Recursos	55
4.1.1 Generalidades	55
4.1.2 Hidrología	55
4.1.3 Ecología	56

4.1.4	Geología y Mecánica de Suelos	57
4.1.5	Disponibilidad de Agregados	58
4.2	Ubicación de la Central	58
4.3	Ingeniería Civil Hidráulica	59
4.3.1	Recurso Hídrico	59
4.3.2	Obras Civiles	60
4.4	Cálculo del Canal de Aducción	64
4.5	Tubería de Presión	65
4.6	Selección del Equipo Mecánico	78
4.6.1	Turbina y accesorios	78
4.6.2	Equipo de Regulación	87
4.6.3	Transmisión de Potencia	98
4.7	Selección de los equipos eléctricos	99
4.7.1	Generalidades	99
4.7.2	Generador y Sistema de Excitación	104
4.7.3	Aparatos y dispositivos de maniobra - protección, medida y control.	109
4.7.4	Sub-estación de Salida	127
4.8	Línea Primaria	147
4.8.1	Cálculos eléctricos	147
4.8.2	Cálculos mecánicos	152
4.9	Redes de Distribución	170
4.9.1	Cálculos eléctricos	170
4.9.2	Cálculos mecánicos	182
V.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	193
5.1	Objeto	193
5.2	Coordinación y Aprobación	193
5.3	Tubería de Presión	194
5.3.1	Generalidades	194
5.3.2	Condiciones de Operación	194
5.3.3	Diseño y detalles de fabricación	195
5.3.4	Materiales de construcción	196
5.3.5	Fabricación y soldado	197
5.3.6	Procedimiento de soldado	199
5.3.7	Inspección y pruebas	201

5.3.8	Pintado y protección anticorrosiva	202
5.4	Turbinas y Accesorios	202
5.4.1	Generalidades	202
5.4.2	Características Particulares	203
5.4.3	Componentes de la turbina	206
5.4.4	Accesorios	210
5.4.5	Pruebas de ensayo	210
5.4.6	Garantías del suministro	212
5.4.7	Montaje	214
5.5	Regulador	215
5.5.1	Generalidades	215
5.5.2	Capacidad y ajuste	215
5.5.3	Características de operación	215
5.5.4	Accionamiento	216
5.5.5	Características constructivas	216
5.5.6	Transporte y almacenamiento	218
5.5.7	Montaje	218
5.6	Generador	223
5.6.1	Generalidades	223
5.6.2	Normas de Fabricación	224
5.6.3	Características Principales	224
5.6.4	Componentes del Generador	225
5.6.5	Forma de Onda	229
5.6.6	Tolerancias	229
5.6.7	Repuestos y herramientas	230
5.6.8	Pruebas de ensayo	230
5.6.9	Operación en paralelo	230
5.6.10	Montaje	230
5.7	Aparatos y Dispositivos de Maniobra, Control, Protección, Medida y Señalización.	235
5.7.1	Objeto	235
5.7.2	Alcance	235
5.7.3	Normas	235
5.7.4	Descripción	235
5.7.5	Condiciones Particulares	238
5.7.6	Sistema de Baja Tensión	242

5.7.7	Sistema de Media Tensión y Transformador de Salida.	265
5.8	Instalaciones Eléctricas Interiores	274
5.8.1	Descripción	274
5.8.2	Especificaciones Técnicas del Suministro de Materiales.	275
5.8.3	Especificaciones de montaje	279
5.9	Línea Primaria	283
5.9.1	Suministro de materiales	283
5.9.1.1	Soportes y crucetas	283
5.9.1.2	Conductores	285
5.9.1.3	Aisladores y accesorios	289
5.9.1.4	Equipo de Protección	293
5.9.1.5	Sub-Estación de Distribución	295
5.9.2	Especificaciones Técnicas de Montaje	295
5.9.2.1	Soportes	298
5.9.2.2	Conductores	298
5.9.2.3	Aisladores y material accesorio	299
5.10	Redes de Distribución	301
5.10.1	Suministro de Materiales	303
5.10.1.1	Soportes	303
5.10.1.2	Conductores	303
5.10.1.3	Aisladores y accesorios de soporte	305
5.10.1.4	Alumbrado Público	307
5.10.1.5	Acometidas Domiciliarias	310
5.10.2	Especificaciones Técnicas de Montaje	312
5.10.2.1	Generalidades	312
5.10.2.2	Instalación de Soportes y Aisladores.	313
5.10.2.3	Tendido del conductor	314
5.10.2.4	Montaje del equipo de Alumbrado - Público.	315
5.10.2.5	Acometidas Domiciliarias	315
VI.	PRUEBAS	317
6.1	Generalidades	317

VII

Página

6.2 Inspección y Prueba antes del Llenado de Agua	317
6.3 Prueba del Llenado del Agua	320
6.4 Prueba de Puesta en Marcha	320
6.5 Pruebas de las Instalaciones Eléctricas Interiores.	323
6.6 Pruebas de la Línea Primaria y Redes de Distribución.	325
VII. METRADO Y PRESUPUESTO	327
7.1 Generación	329
7.1A Obras Civiles	329
7.1B Suministro y Montaje Electromecánico	340
7.2 Transmisión	347
7.3 Distribución	353
7.3.1 Servicio Particular y Alumbrado Público	353
7.3.2 Acometida Domiciliaria	357
CONSLUCIONES	359
APENDICE	
A-1 EVALUACION DE COSTOS PARA LA ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTERA.	362
A-2 ANALISIS ECONOMICO DE LA ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA.	364
BIBLIOGRAFIA	370

P R O L O G O

La tesis intenta contribuir al desarrollo socioeconómico de regiones rurales mediante la Electrificación. Se estima que cubre todo el diseño y selección del equipo para la implementación del Sistema de - Generación y Distribución de Energía Eléctrica.

De una parte se requiere aprovechar los recursos hidroenergéticos disponible de la región con la finalidad de generar energía eléctrica y a la vez utilizar el agua en irrigaciones y otros, quizás los recursos existentes no sean de gran magnitud, pero es suficiente para proveer energía local y regional donde las Minicentrales constituyen un modo accesible al objetivo de electrificar microregiones rurales y a la tecnología necesaria para el diseño y ejecución de obra en gran parte está disponible que solo requiere adoptar a un modelo determinado.

El objeto de la presente tesis es diseñar la parte correspondiente a la Ingeniería Mecánica y Eléctrica en base a Normas y los logros alcanzados en el país en Electrificación Rural y a la vez trata de proponer un modelo para la elaboración de Estudios Definitivos.

Se ha dado énfasis al diseño del Sistema de Regulación utilizando la teoría clásica y por otro, se ha realizado el análisis detenido de la protección del sistema ya que considero estos aspectos como básicos para el funcionamiento correcto del sistema.

Esta tesis fue elaborada dentro del plan SECIGRA en el Sector Energía y Minas realizado en el Departamento de Piura a través de Electroperú, del mismo modo se ha tenido la colaboración de CORPIURA.

Finalmente es preciso señalar si la utilización de la tesis contribuye a la Electrificación Rural en lugares de situación similar habrá alcanzado su objetivo.

I. INTRODUCCION

Es la intención del presente estudio "elaborar el estudio definitivo" del Pequeño Sistema de Electrificación Rural compuesto del Sistema de Generación y Sistema de Distribución de Energía - Eléctrica, utilizando fuente de energía renovable.

Previamente es preciso señalar que la zona rural del país, no se encuentra parcialmente electrificada siendo uno de los factores principales que no permite alcanzar niveles de vida que brin de un desarrollo socio económico.

Aunque la Electrificación Rural presenta características que requiere tener presente en el desarrollo del proyecto a fin de - minimizar costos y optimizar el objetivo. Para el medio rural - las características principales, son :

- Alta dispersión poblacional
- Bajo índice de consumo y económico
- Alto costo de inversión por usuario
- Alto costo de operación
- Baja rentabilidad financiera

Siendo el desarrollo agrícola una prioridad actual, es necesario desarrollar la Electrificación Rural a fin de crear y/o mejorar la pequeña producción agro industrial. El proceso de electrificación de un país pasa por tres etapas :

- I) Una electrificación primitiva de iniciativa local.
- II) Una electrificación generalizada con el objetivo de atender la totalidad de una región.
- III) Una electrificación intensiva que vise el desarrollo acentuado del uso de la Electricidad alcanzado el nivel de - Electrificación Urbana.

En nuestro país la Electrificación Rural se encuentra en la - segunda etapa, pero cuyo objetivo se deberá disponer de un fuerte apoyo financiero y personal calificado para la correcta aplicación de los criterios técnicos y económicos correspondientes. Para el ingreso a la tercera etapa es necesario un amplio progra

ma de promoción del uso de la energía eléctrica con participación - de los diferentes sectores.

De acuerdo a la Realidad Nacional presente del medio rural en - las fronteras del país, se dá la necesidad de impulsar con priori - dad su desarrollo económico social dado que es de interés Nacional - mantener poblado dichas zonas.

En las zonas rurales, principalmente las ubicadas cerca a las - fronteras, no existen Sistemas de Subtransmisión ó Generación de - Energía disponible que permita la expansión del Sistema de distribu - ción, queda una de las formas clásicas de generar energía eléctrica para el uso del Servicio Público de Electricidad, la Generación Té - mica y la Hidráulica. El primero provisto de Grupos Electrógenos a petróleo demandan gastos de operación muy elevado, lo que implica - alto costo de la energía comercial, a ésto se suma la baja confiabi - lidad debido a su ubicación en zonas de difícil acceso para el sumi - nistro de combustible de ahí que la solución Hidráulica es la más - apropiada y conveniente para localidades rurales ubicadas sobre - 1000 m.s.n.m., donde generalmente se encuentra el Potencial Hídrico disponible por lo que se construye la Minicentral Hidroeléctrica, -- que conjuntamente con su pequeña Línea Primaria y Redes de Distribu - ción brindará el Servicio Público de Electricidad. El único inconve - niente que se arrastra desde la implantación del uso de la Electri - cidad, es el bajo factor de carga comparado con la de zonas urbanas esto conduce el sobre dimensionamiento inherente del sistema por lo que la operación de las minicentrales se restringe a doce (12) ho - ras diarias (Servicio Nocturno).

El estudio se desarrolla teniendo en consideración los criterios básicos, el alcance técnico y logros obtenidos en Electrificación - Rural en el País, visto desde el punto de vista técnico-económico - principalmente en cuanto :

- Análisis del estudio de la demanda
- Normalización
- Selección de equipos y materiales
- Análisis económico

El presente estudio comprende siete capítulos, los dos primeros-

contienen el objetivo, descripción y bases legales del proyecto de electrificación rural.

El tercer capítulo contempla el estudio del Mercado Eléctrico - analizado desde el punto de vista de la sectorización a través del muestreo realizado a las localidades a electrificar.

En el capítulo cuatro se ejecutan los cálculos necesarios para la selección de los equipos y aparatos electromecánicos correspondientes a la Tubería de Presión, Sistema de Generación, Sub-Estación de Salida, Línea y Redes de Distribución y además se incluye una descripción de la Infraestructura Civil - Hidráulica.

El capítulo cinco y seis abarca las Especificaciones Técnicas - del suministro de materiales, almacenamiento, transporte, montaje y pruebas de puesta en servicio en base a las Normas y Recomendaciones de los fabricantes especializados, estos capítulos conjuntamente con el capítulo cuatro constituye el núcleo del estudio y sugiere un modelo para proyectos de Minicentrales Hidroeléctricas.

En el capítulo siete se presenta el metrado y presupuesto dividido en obras civiles, equipamiento electromecánico del Sistema de Generación, Líneas y Redes de Distribución preparado para obtener la fórmula polinómica de reajuste, cronograma de desembolsos y PERT - CPM necesarios para la ejecución de la obra.

El Anexo A1, contiene el resumen del costo de construcción total del Sistema de Electrificación hasta el nivel de Licitación, además se incluye los costos de operación.

En el Anexo A2, se detalla el análisis económico del proyecto - comparado con la alternativa térmica equivalente.

El estudio se acomoda para sistemas hasta 1000 Kw, pero también puede ser usado para rangos más altos de potencia y habrá alcanzado su objetivo, si se toma como modelo para pequeños sistemas donde se es posible construir Minicentrales Hidroeléctricas.

Antes de concluir, daremos algunas definiciones y su clasificación de las terminologías generales usadas en el presente estudio :
- Minicentral Hidroeléctrica, según ONUDI (1) y OLADE (2), se defi-

ne como una instalación donde la Energía Hidráulica es usada para generar pequeñas cantidades de Energía Eléctrica por medio de un grupo Turbina - Generador.

En la clasificación existen varios criterios debido a factores internos de cada país, a continuación se muestra la clasificación más reconocida.

Organización o País	Micro (Kw)	Mini (Kw)	Pequeño (Kw)
ONUDI	Hasta 100	100 - 1,100	2,000 - 10,000
OLADE	Hasta 50	50 - 500	500 - 5,000
PERU	5 - 50	51 - 500	500 - 5,000

- Sistema de Distribución de Energía, según DGE - MEM (3), conjunto de instalaciones que están eléctricamente conectadas y que operan a un nivel de tensión común.
- Sistema Eléctrico Aislado, según IEEE (4), se define como aquel sistema donde el neutro no está conectado a tierra.
- Sistema Eléctrico Aterrizado, según IEEE (4), se define como aquel sistema donde el neutro está conectado a tierra de manera sólida, a través de una resistencia o reactancia.

Finalmente, es necesario señalar que el presente estudio dedica exclusivamente al área de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica conjuntamente con un estudio Civil - Hidráulico, constituye un Proyecto Integral Definitivo para Electrificación Rural, por consiguiente se concluye que las instalaciones y operación del pequeño sistema será similar a los grandes Sistemas de Potencia.

-
- (1) ONUDI : Organización Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial.
 - (2) OLADE : Organización Latinoamericana de Energía
 - (3) DGE-MEM : Dirección General de Electricidad-Ministerio de Energía y Minas.
 - (4) IEEE : Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos

II. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 Objetivo

Dentro del Programa de Electrificación Rural, Electropere rá identificó al Distrito de Carmen de la Frontera, como zona con requerimiento urgente del Servicio Público de Electricidad, dado que es de interés nacional mantener poblada las localidades ubicadas cerca a los límites fronterizos del País.

En ese sentido para cumplir con el objetivo señalado anteriormente, se elabora el presente estudio que comprende la descripción de las obras civiles, diseño electromecánico de una Minicentral Hidroeléctrica de 150 Kw, y Sistema de Distribución de Energía a las dos localidades principales del distrito.

2.2 Ubicación

El área del proyecto se encuentra ubicado en latitud - ($50^{\circ} - 50^{\circ} 30'$) y la longitud ($79^{\circ} 30' - 80^{\circ}$) a una altura promedio de 2,600 m.s.n.m., corresponde a la parte alta del valle de Huancabamba que se encuentra en el extremo Nor- Este del Departamento de Piura muy cerca del límite fronterizo con la República del Ecuador. En las figuras 2.1 y 2.3, muestran la ubicación geográfica del proyecto.

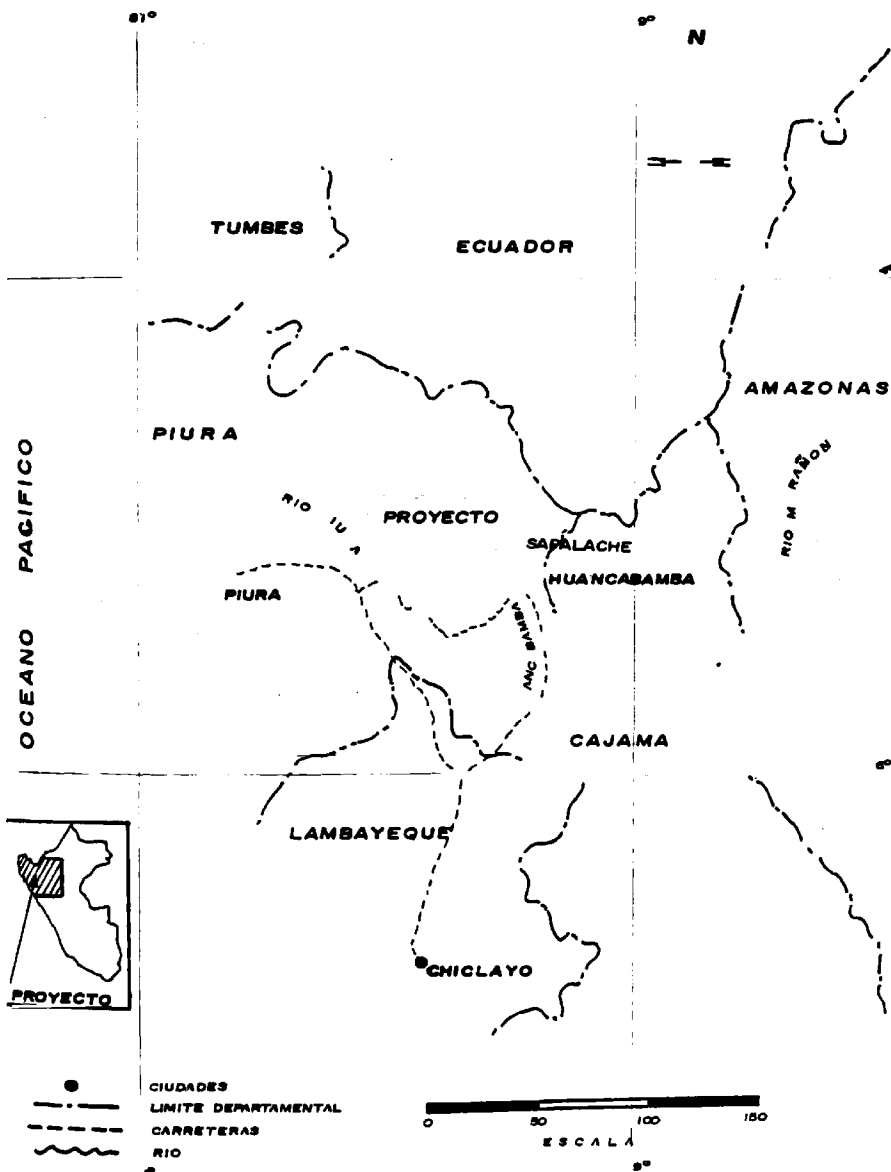
2.3 Características

2.3.1 Generalidades

La zona pertenece a la Provincia de Huancabamba del Departamento de Piura y es una región enteramente rural con topografía semi-acidentada típico de la sierra norte del país.

El clima se caracteriza por ser templado-frío con precipitaciones pluviales periódicas y temperatura promedio y máxima de 10° y 20° respectivamente.

La localidad principal es Sapalache, capital del Distrito de Carmen de la Frontera; actualmente no cuenta con servicio eléctrico, ni agua potable, con



UBICACION DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROY. ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA
ABRIL 84 IND. FIG. 2.7

calle en gras y tierra natural. Dista 26 Km. de la ciudad de Huancabamba y 160 Km. desde la ciudad de Piura por carretera afirmada en medio tramo y semi-afirmada el resto.

2.3.2 Población

La distribución de la población entre urbana y rural de las localidades a electrificar se muestra a continuación : según el censo poblacional de 1982

Localidad	Población
Sapalache	808
Pulún	609
TOTAL	1,417

El número de habitantes por vivienda en promedio es de 6 según INE y nuestro muestreo realizado. La tasa de crecimiento poblacional que en promedio alcanza 2.4 y 1.75 % para las localidades de Sapalache y Pulún respectivamente, y presenta la existencia del problema migracional acentuado.

2.3.3 Aspectos Socioeconómicos

En la zona de interés la actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería. Generalmente cada familia es propietaria de parcelas de terreno que varía de uno a veinte Ha. aproximadamente cuyo riego es mediante un pequeño canal y lluvias.

La producción agrícola mayormente son : maíz, papa, frejol, trigo y arverjas, y en lo que respecta a la ganadería la crianza del ganado vacuno, lanar, porcino y aves de corral.

En el aspecto social cuenta con posta médica, centros educativos del tipo rural y las oficinas pú

blicas del Distrito como Municipio y Gobernación.

2.4 Demanda del Proyecto

El análisis de la demanda de energía, se realizó en base de encuestas y recopilación de información en la misma zona. El período de estudio es de 1983 a 2007 donde al final la demanda alcanza 151 Kw. Para cubrir la demanda satisfactoriamente.

El desagregado de la demanda para ambas localidades, es el siguiente :

Localidad	Demanda Año 2007 (Watts)
Sapalache	102,247
Pulón	48,863
TOTAL	151,110

2.5 Bases Legales

Las bases legales que tipifica el estudio son :

- 1ro. Ley General de Electricidad 23406 y su Reglamento.
- 2do. Prescripciones del Código Nacional de Electricidad - Tomos I y IV.
- 3ro. Normas pertinentes aprobadas y vigentes de la Dirección General de Electricidad del M.E.M.
- 4to. Normas ITINTEC y/o alternativamente Normas Internacionales reconocidas.
- 5to. Reglamento Nacional de Construcciones
- 6to. Ley General de Aguas

2.6 Parámetro del Proyecto

La siguiente es una lista de los parámetros del proyecto.

- Caudal continuo mínimo en la Bocatoma. 450 lit/seg.
- Caudal nominal de la turbina 380 lit/seg.
- Altitud de la Bocatoma 2,725 m.s.n.m.

- Longitud del canal de aducción	3.85 Km.
- Altitud de la Cámara de Carga	2,619 m.s.n.m.
- Altitud de la Casa de Máquinas	2,563 m.s.n.m.
- Salto Neto	52 mts.
- Potencia de Salida de La Casa de Máquinas.	150 Kw.
- Número de Grupos Hidroeléctricos.	02
- Tipo de Turbina	Francis
- Tipo de Generador Síncrono	Sin escobillas auto excitado.
- Tensión de Generación	230 V (aislado)
- Media tensión	10 Kv (aterizado)
- Potencia de la Subestación <u>Sa</u> lida.	187.5 Kva.
- Redes de Distribución	380/220 Volts.

2.7 Descripción del Proyecto

2.7.1 Generación

El agua a emplearse proviene de la Quebrada Ramos ubicada a la márgen izquierda del río Huancabamba, que se desviará por medio de una estructura de concreto reforzado. Esta será equipada con vertedero y rejillas para desperdicios. La máxima capacidad de desviación será 500 lit/seg.

El canal de aducción a usarse, será el existente el cual se mejorará y reforzará con concreto impermeabilizante donde existe filtraciones. El canal será trapezoidal en tierra natural y tendrá una longitud de 3.85 Km. aproximadamente.

El agua es entregada a una cámara de carga hecha de concreto reforzado que se haya provista de un -

vertedero de rebose, una reja de limpieza y rejilla de desperdicios.

Esta estructura forma parte de un pase de transición a la tubería de presión.

La tubería de presión consistirá en un tubo de - acero rolado y soldado de 0.457 mm. (18 pulgadas) - de diámetro interior y espesor uniforme soportado - sobre pilares de concreto y anclado a bloques de - concreto. Será recto entre los anclajes y se instalará juntas de dilatación aguas abajo de cada anclaje. La longitud de la tubería es de 106 mts. y será instalado para una caída estática de 54 mts.

La casa de máquinas está ubicada sobre un corte de terreno poco profundo de ladera en un terraplén de 600 m^2 a 20 mts. de la carretera que une las localidades de Fulón y Sapalache, dentro de la casa de máquinas se ubica el grupo hidroeléctrico, turbina generador con el equipo de mando y control. Asimismo a un lado se ubica la Sub-estación de Salida del tipo celdas hecho de concreto, un sistema de - puesta a tierra tipo malla de 11 x 8 mts. aterriza- y protege el sistema eléctrico de media tensión. La casa de máquinas se construirá con concreto reforza- do y muros de ladrillo. El techo será de plancha co rrugada de asbesto soportado por vigas de madera.

Se previene también dentro de la casa de máqui- nas de ambientes para la guardiania del operador - con servicios de agua, desagüe y electricidad.

El agua turbinada se transporta por medio de un canal de tierra natural, que cruza la carretera men cionada anteriormente mediante un sifón de concreto reforzado, hasta la quebrada Sapalache.

Se construirá una carretera de acceso afirmado a la casa de máquinas desde la carretera existente.

2.7.2 Transmisión

Se encuentra compuesta de dos ramales, la primera L1 se desarrolla sobre topografía plana, dentro del futuro casco urbano de la localidad de Sapalache y tiene una longitud de 0.40 Km. La segunda I2 se desarrolla sobre topografía ascendente que alcanza 1 : 2 y tiene una longitud de 1.10 Km. Ambas líneas son trifásicas aéreas a 10 Kv, 60 Hz aterrizado y se parten desde el poste de inicio de línea ubicado a un costado de la casa de máquinas, alimentado desde la sub-estación de salida en donde el neutro se encuentra efectivamente aterrizado.

El conductor a emplearse será de cobre electrolítico, desnudo, temple duro, cableado 7 hilos y sección 16 mm^2 , sostenido en postes G.A.C. de 11 y 12 mts. de longitud, 200 y 300 Kg. de carga de trabajo por medio de aisladores Pin o Suspensión según el tipo de armado.

Toda la ferrería será de fierro galvanizado en caliente. En el primer soporte se instalarán tres seccionadoras - fusible para cada ramal. Como conductor de amarre de la línea a los aisladores se usará cobre sólido desnudo 8 mm^2 . La disposición de los conductores se ha considerado en triángulo isósceles con una distancia horizontal entre conductores de 1.0 mt. y los vanos van desde 50 a 70 mts. para la línea L1 y 60 a 100 mt. para la Línea I2.

Las sub-estaciones de Distribución son del tipo aéreo y se denomina :

Sub-estación N° 1 .- Pertenece a la localidad de Sapalache y será del tipo barbotante con transformador 100 Kva, 3 ϕ , 10 - 0.38/0.22 Kv. Se protegerá mediante seccionadores fusible tipo CUT-OUT 15 Kv, 100 amp. en el lado de baja tensión se ha considerado instalar un tablero fijado al soporte equipado con inte -

ruptores termomagnéticos, equipo de fotocelda para el control del Alumbrado Público.

Sub-estación N° 2 .- Pertenece a la localidad de - Pulmón con características similares a la S.E. N° 1, pero con transformador de 50 Kva. La ubicación dada es referencial por no contar con plano urbano definido.

2.7.3 Distribución (Localidad Sapalache)

a) Introducción

El presente estudio es con la finalidad de - complementar a los ya realizados de generación y transmisión.

Básicamente se contempla la localidad de Sapa- lacha capital del distrito de Carmen de la Fron- tera, por requerir con urgencia el servicio eléc- trico, por lo que fue necesario realizar el le - vantamiento topográfico del plano de lotización- que posteriormente fué aprobado.

La calificación eléctrica fue emitida por el- Ministerio de Energía y Minas mediante R.D. N° - 297-79 EM/DGE de fecha 09-08-79 que en su Artícu- lo primero inciso C, dice que para centros pobla- dos la demanda máxima a considerar es 800 Watts/ lote.

b) Alcance del Proyecto

El presente estudio comprende el diseño de - las Redes Eléctricas de Distribución a 380/220 - Volts. del casco urbano de la localidad de Sapa- lache que actualmente comprende 50 lotes de ser- vicio particular y 5 lotes especiales.

El proyecto comprende :

- Red de Servicio Particular
- Red de Alumbrado Público

- Acometidas Domiciliarias

c) Descripción del Proyecto

La red de distribución será aérea trifásica - del sistema 380/220 Volts. 60 Hz. tres de servicio particular con neutro y uno adicional para el circuito del alumbrado público.

- Red de Servicio Particular

La red de servicio particular a 380/220V, 60 Hz con factor de potencia considerado 0.90. Los conductores serán sostenidos en postes de madera tratada clase 6 y 7 Grupo D de 8 mts. de longitud de 12 y 22 cms. de diámetro en la punta y base del poste respectivamente.

A través de portalineas tipo bastidor de posición vertical para aisladores tipo carrete clase 53-2.

Los conductores a emplearse serán de cobre-electrolítico con aislamiento WP., temple duro cableado de 7 hilos y de las siguientes secciones 10, 16 y 25 mm²; como conductores de amarra de la línea al aislador se usará cobre temple blando con cubierta TW y 6 mm².

- Red de Alumbrado Público

La red de alumbrado público será recorrida por las calles en circuito monofásico siguiendo la red de servicio particular. El conductor a emplearse será de cobre electrolítico, temple duro, cableado con aislamiento WP y sección 10 - mm².

Las unidades de iluminación serán de vapor de mercurio a alta presión 80 watts que incluido la reactancia tendrá un factor de potencia de 0.90. La unidad será fijada al postal tipo UNIFIX mediante luminaria tipo MIRH 64 6 -

similar. La ubicación entre unidades es en pro
medio 35 mts.

- Acometida Domiciliaria

El suministro será desde la red de Servicio -
Particular en circuito monofásico a través de-
un separador de tubo de plástico liviano de -
1" ϕ con funda de cierre.

El conductor a emplearse será de cobre electro-
lítico aislamiento a prueba de la intemperie,-
temple blando del tipo concéntrico N° 10 AWG.
La caja porta-medidor será de fierro laminado-
en frío $\frac{1}{2}$ " y 180 x 150 mm.

III. MERCADO ELECTRICO

3.1 Análisis Poblacional

El estudio de la demanda se fundamenta en la información obtenida por Electroperú y recopilación de datos en la zona a electrificar. Las fuentes principales son :

- 1ro. Instituto Nacional de Estadística
- 2do. Ministerio de Agricultura
- 3ro. Electroperú S.A.
- 4to. Corporación de Desarrollo de Piura - Huancabamba
- 5to. Supervisión de Educación - Huancabamba
- 6to. Concejo Distrital de Carmen de la Frontera

La distribución de la población (urbana y rural), se muestra en la Tabla 1.1 para las dos localidades a electrificar. El número de habitantes por vivienda en promedio según INE alcanza a 6, este valor ha sido verificado en el muestreo realizado. Se podrá notar que esta cantidad no justifica la tasa de crecimiento poblacional promedio lo que nos permite concluir la alta tasa de emigración existente, este fenómeno se debe principalmente a la falta de fuente de trabajo y nivel de vida semi-deprimida.

Tabla 1.1 Población y Tasa de Crecimiento^{*}

Año Censo	Localidad	
	Sapalache	Pulón
1961	522	431
1972	650	529
1982	808	609
¹ 61-72	2.10	2.09
¹ 72-82	2.75	1.40
¹ Promedio	2.40	1.75

* Fuente : Instituto Nacional de Estadística
Lima - Perú.

La tasa promedio de crecimiento en el área de interés es menor a la tasa de crecimiento nacional anual de 2.8 %.

El problema de emigración es el que modifica seriamente el desarrollo poblacional y es difícil prever en el futuro, dado que depende de los proyectos de desarrollo a implementar.

3.2 Análisis Socioeconómico

La micro región como toda la zona es enteramente rural cuya actividad principal es la agricultura y en menor escala la ganadería, el primero está principalmente supeditado a las lluvias y un pequeño canal de irrigación.

Los pobladores en época de no siembra o cosecha dedicanse a la comercialización interna y externa de la región de algunos productos. Generalmente, cada familia es propietaria de parcelas de terreno de cultivo que varía, de 1 Ha. a 20 Ha., así mismo, existen alquileres de terreno con fines agrícolas. Sus viviendas son hechas de adobe.

El fenómeno de emigración originado por la búsqueda de mejores condiciones de vida dado que una evaluación socio económica se podría considerar zona semi-deprimida. Para lograr amortiguar la emigración es necesario ejecutar los proyectos básicos, tales como el aumento de riego para el mejor aprovechamiento de tierras cultivables, una política educacional agresiva, ejecución de servicios básicos, vías de comunicación, energía y promoción turística.

Actualmente hay planes de desarrollo para la región a corto, mediano y largo plazo. A continuación se mencionan los principales :

- . Construcción de la carretera que une Carmen de la Frontera con la República del Ecuador.
- . Ampliación y mejoramiento de las irrigaciones
- . Afirrmación de la carretera Ruancabamba a Carmen de la Frontera..

- . Estación Pesquera para truchas en la localidad de Pulún
- . Construcción de un Hostal Turístico en el camino hacia las lagunas denominada "Huaringas".
- . Construcción del Servicio de Agua Potable

Actualmente los pobladores desde el estrato social bajo hasta el estrato social medio usan el candil a kerosene para iluminación, con un consumo promedio de 6 litros por mes, el litro en la localidad de Sapalache a Diciembre de 1983, era 1,500 soles, de donde el gasto mensual alcanzaba a 9,000 soles.

Del mismo modo, se consume dos cargas de pilas (1 carga equivale a 6 pilas medianas) en radio y linterna, el costo de una carga era 2,000 soles, luego el gasto en pilas alcanzaba 4,000 soles. El costo total en energía no eléctrica alcanzaba a 13,000 soles/mes, esto se ha tomado como valor promedio.

Los estratos sociales mejor acomodados poseen refrigeradoras a kerosene, tornamesa, etc., y el costo en energía no eléctrica alcanza 4 a 5 veces, respecto al valor obtenido arriba.

En la época que se realizó la encuesta el SMV (sueldo mínimo vital) para el departamento de Piura, fijado por el Gobierno era de 170,000 soles/mes, se estima que el 50 % de las familias superan sus ingresos al SMV.

Es muy difícil estimar el ingreso del poblador del medio rural debido a que el comercio de sus productos varía cada mes, por lo que es costumbre de ellos el ahorro personal, pero según su canasta familiar se estima que destinarán 3 % de gastos de electricidad.

La tarifa de la energía eléctrica en la fecha de encuesta asciende a 150 soles/Kw-h⁺. Más adelante en el nu-

(+) Tarifa Nº 21 - Doméstico Comercial - Fliego II, hasta 200 Kw h/mes 10 % del Decreto 163, Enero 1984.

meral 5.0 se obtiene que el consumo de energía mensual - al inicio de las operaciones del Servicio Público de Electricidad alcanza 30 Kw-h/mes para el sector domiciliario. Luego el gasto en energía asciende a $30 \times 150 = 4,500$ soles/mes. Esto nos conduce a que la mayoría de los pobladores tienen capacidad de pago y a fin de cristalizar este objetivo es conveniente realizar un programa de educación para la mejor utilización de la energía por lo que se mejorará el diagrama de carga.

Se concluye que la energía eléctrica a comercializar, sustituirá holgadamente a la energía tradicional actual por lo que se garantiza la inversión pública.

3.3 Período de Estudio

El estudio de la demanda lo realizamos para 20 años a partir del inicio del estudio definitivo.

Año 0	1,982
Año 1	1,983
Año 20	2,007

Se ha considerado en el presente estudio, tres etapas en la implementación y disposición del Servicio Público de Electricidad.

Primera Etapa	1983-1984	Implementación
Segunda Etapa	1984-1990	Proceso de Electrificación
Tercera Etapa	1990-2007	Consolidación de Electrificación.

3.4 Metodología y Muestreo

La metodología a utilizarse para el estudio de la demanda es el de sectorización por muestreo teniendo presente todas las posibles variaciones socio-económicas de la zona y los planes de desarrollo a incrementarse. Con tal finalidad se efectuó el muestreo para las dos localidades encontrándose variables y parámetros que permitan establecer la base de consumo de energía para determinar la máxima demanda y el consumo probable de energía anual.

Para el muestreo se ha tenido presente :

1. En la elaboración de la misma se procedió que existiera el entendimiento entre el encuestado y el encuestador.
2. El muestreo se realizó en la zona donde hay concentración de viviendas y no así, las alejadas de la localidad.
3. La encuesta se desarrolló teniendo en consideración - el sustituto de energía no eléctrica a reemplazar (kerosene, pilas, carbón, etc.).

El resultado del muestreo se proporciona en la Tabla 3.1, y 3.2, donde se puede apreciar los porcentajes re - presentativos.

Tabla 3.1 Clasificación de Ambientes +

Número de Ambientes	Sapalache		Pulún	
	Viviendas	%	Viviendas	%
2 a 3	30	65	13	59
3 a 5	14	28	6	28
5 a más	6	12	3	13
TOTAL	50	100	22	100

Tabla 3.2 Potencia a Instalarse en Iluminación y Artefactos.

Potencia Instalada (Watts)	Sapalache		Pulún	
	Viviendas	%	Viviendas	%
Hasta 200	34	70	16	72
1,000 á 1,500	11	22	3	14
1,500 á 2,000	5	10	3	14
TOTAL	50	100	22	100

Los sectores considerados en el presente estudio son:

- a) Sector Alumbrado Público
- b) Sector Domiciliario
- c) Sector Comercial
- d) Sector Industrial
- e) Sector Uso General

+ Muestreo realizado Enero 1984.

3.5 Análisis de la Demanda

3.5.1 Evaluación Sectorial

Consideramos que la demanda se inicia cuando la Minicentral Hidroeléctrica se encuentra disponible para operar; el inicio se fija en 1984.

a) Sector Alumbrado Público

Para determinar la necesidad de energía de este sector se ha determinado la longitud de calles, número de parques y áreas verdes a iluminar, en la Tabla 3.3 se muestran los datos hallados.

Tabla 3.3 Longitud de Calles y Número de Parques

Zona Pública	Sapalache	Pulón
Longitud de calles (mts)	1,400	1,200
Parques	1	1
Áreas Verdes	1	-

En la iluminación de calles y parques, se ha considerado usar lámparas de vapor de mercurio de 80 watts, donde se ha asignado en promedio 35 mts. entre unidades de iluminación para obtener los niveles permisibles de iluminación y regularidad expuesto en las Normas DGE - 016 - AP.

Con las consideraciones anteriores y información del fabricante, se elaboró la Tabla 3.4 donde se presenta el consumo total.

Tabla 3.4 Demanda en Iluminación

Demanda (Watts)	Sapalache	Fulón
Iluminación de calles	3,200	2,742
Iluminación de parques	960	640
Consumo de accesorios	468	387
T O T A L	4,628	3,769

El diagrama de carga diaria se muestra en el gráfico 3.01 donde se aprecia que el funcionamiento adoptado es doce (12) horas.

b) Sector Domiciliario

Según el muestreo realizado, se concluye que hay - 5 a 7 personas por familia en su mayoría, también se aprecia que hay diferencia de potencia instalada y como consecuencia el consumo de energía, en ese sentido para propósito de análisis se agrupa en tres (3) estratos sociales.

Estrato "A"

Será constituido por aquellas familias que poseen bajos ingresos de recursos económicos, además sus viviendas se encuentran en tugurios y/o donde casi no es posible que lleguen las redes eléctricas.

De acuerdo al muestreo realizado hay 30 familias cuyo ingreso promedio equivalente, es en suma inferior al sueldo mínimo vital de la zona, para la época del estudio (1983) y se espera que cierta parte de ellas mejorarán sus ingresos a corto plazo.

Según nuestra observación y análisis del muestreo, generalmente poseen dos habitaciones, luego considerando que usarán iluminación y radio la demanda máxima ocurrirá cuando funcione la unidad de iluminación y - la radio, luego de acuerdo al uso del artefacto se - asignará un factor de demanda de 0.50 . De acuerdo a

la Tabla 3.1, podemos apreciar que hay 65 % de las familias en este estrato.

Estrato "B"

Es aquella conformada por familias que pueden definitivamente conectarse a la red y la potencia instalada para la mayoría estará constituida por iluminación, plancha y radio. Se supone que la plancha y radio es el primer artefacto de mayor uso. De nuestra muestra, tenemos 14 familias; la iluminación para esta clase se extrae de la Tabla 3.1 donde se detalla el número promedio de habitaciones que tiene cada vivienda. Podemos tomar cuatro habitaciones y a cada habitación asignaremos 75 watts, luego la potencia instalada es :

<u>Artefacto</u>		<u>Potencia (Watts)</u>
Iluminación	4 x 75 =	300
Plancha		500
Radio		<u>25</u>
	T O T A L	1,225

Según la tabla 3.2, hay 22 % de familias que tendrán una potencia instalada alrededor de 1,225 watts, se espera que en el futuro alcance el 28 %, dado que las familias del Estrato A pueden mejorar sus ingresos.

La máxima demanda para este estrato, ocurre cuando se encuentra funcionando la plancha y una unidad de iluminación, luego el factor demanda alcanza a 0.73.

Estrato "C"

Corresponde a aquellas familias que tienen una potencia instalada y consumo de energía que le permita una vida sostenida, por lo tanto tendrán capacidad económica, según el muestreo realizado se concluye :

<u>Artefacto</u>		<u>Potencia (Watts)</u>
Iluminación	6 x 75 =	450
Plancha		900
Radio		50
Licuadaora		100
Refrigeradora		200
Televisión		<u>150</u>
T O T A L		1,850

Según la Tabla 3.2, los usuarios que tendrán potencia instalada alrededor de 1,850 watts, representan 11 %; no habrá gran error si se asigna el 12 % de familias. Se prevee que la máxima demanda ocurre cuando se encuentra funcionando la plancha y una unidad de iluminación, luego el factor de demanda alcanza 0.50.

En las Tablas 3.5 y 3.6, se muestran las demandas máximas por clase para cada localidad del muestreo realizado.

Tabla 3.5 Demanda Máxima por Clase para Sapalache

Clase	Número Familias	Pot. Inst. por Familia (Watts)	Pot. Inst. Por Clase (Watts)	Factor Demanda	Máxima Demanda No Diversificada (Watts)
A	30	150	4,500	0.50	2,250
B	14	1,200	16,800	0.73	12,250
C	6	1,850	11,000	0.50	5,400
T O T A L					19,900

La máxima demanda no diversificada por familia, es $19,900 + 50 = 398$ watts, y de acuerdo a la experiencia y recomendación asignando el factor de simultaneidad de 0.60, tenemos : $398 \times 0.60 = 240$ Watts.

Tabla 3.6 Demanda Máxima por Clase para Pulún

Clase	Número Familias	Potencia Inst. por Familias. (Watts)	Pot. Inst. por Clase. (Watts)	Factor Demanda	Máxima Demanda No diversificada (Watts)
A	13	150	1,950	0.50	975
B	6	1,200	7,200	0.70	5,189
C	3	1,850	5,550	0.50	2,700
T O T A L					8,853

La máxima demanda no diversificada por familia es $8,853 \div 22 = 402$ watts, luego la máxima demanda diversificada por clase es $402 \times 0.60 = 240$ watts. Para la elaboración del diagrama de carga, se analiza - la costumbre de pobladores, estudiando el instante en que encienden la iluminación, uso de artefactos, teniendo presente la costumbre de la población y el acontecer de la ciudad.

- i) Al iniciar sus actividades 5 a.m. encienden sus lámparas y/o - radio hasta las 6 a.m.
- ii) De 16 a 21 p.m. uso de Tv., iluminación, licuadora, etc.
- iii) De 21 a 22 p.m. iluminación y plancha.
- iv) De 22 a 23 p.m. iluminación

En el gráfico 3.02 se muestra el diagrama correspondiente a un - consumidor promedio del cual su demanda máxima no diversificada es - 400 watts.

El gráfico 3.03 corresponde al consumo diversificado de 240 watts. Para determinar el diagrama correspondiente al Sector Domiciliario - de cada localidad, basta multiplicar este diagrama por el número de usuarios que se espera que conecten al sistema en el año determinado conforme al coeficiente de electrificación.

El coeficiente de electrificación para centros poblados rurales, - se asume de acuerdo a la experiencia obtenida de proyectos ejecuta - dos, que se incrementa de 0.30 a 0.70 aproximadamente. El gráfico - 3.14 muestra el crecimiento del coeficiente de electrificación.

Luego para el año 1983 se espera que se conecten al sistema 147 x 0.30 = 43 viviendas electrificadas para la localidad de Sopalache y

$103 \times 0.30 \cong 31$ viviendas electrificadas para la localidad de Pulún. Los diagramas de carga se muestran en el gráfico 3.04. La demanda máxima será $240 \times 43 = 10,360$ y $240 \times 30 = 7,200$ para las localidades de Sapalache y Pulún respectivamente.

c) Sector Comercio

Para este sector, según la información recopilada existen dos comercios pequeños para las localidades de Sapalache y Pulún, y se estima que la demanda diversificada por consumidor es 300 watts. Luego la demanda de este sector es $4 \times 300 = 1,200$ y $2 \times 300 = 600$ watts. El diagrama de carga para este sector se muestra en el gráfico 3.05- y 3.06.

d) Sector Industrial

En la región a electrificar existe solamente un pequeño taller (carpintería y molino). De la encuesta realizada que se muestra en la tabla 3.7, se estima que la potencia instalada alcance 2 HP. y el factor de simultaneidad de 1.0.

Tabla 3.7 Demanda Industrial

Localidad	Número Talleres	Demanda (Watts)
Sapalache	1	1,500
Pulún	-	-

El diagrama de carga se muestra en el gráfico 3.07.

e) Sector Uso General

La carga de este sector lo determinamos de acuerdo al número de ambientes y necesidades eléctricas propias de la Institución Pública. Las tablas 3.8 y 3.9, muestran la información recopilada y se señala la demanda asignada de uso general con factor de simultaneidad de 1.0.

Tabla 3.8 Demanda de Uso General para Sapalache

Institución Pública	Ambientes	P O T E N C I A				
		Iluminación (Watts)	Artefactos (Watts)	Instalada (Watts)	Demanda Máxima (Watts)	
Concejo Distrital	18	4,000	800	4,800	0.60	2,800
Escuela	10	2,000	600	2,400	0.50	1,200
Colegio	4	1,200	1,000	2,200	0.50	1,100
Iglesia	2	2,500	500	3,000	0.40	1,200
Posta Médica	9	1,000	1,500	2,500	0.40	1,000
T O T A L						6,300

Tabla 3.9 Demanda de Uso General para Pulián

Institución Pública	Ambientes	P O T E N C I A				
		Iluminación (Watts)	Artefactos (Watts)	Instalada (Watts)	Demanda Máxima (Watts)	
Escuela	6	1,400	600	2,000	0.60	1,200
Club Social	2	300	200	500	0.50	250
Capilla	3	600	400	1,000	0.40	400
T O T A L						1,850

El diagrama de carga para este sector se muestra en el gráfico 4º 3.08.

3.5.2 Demanda Máxima para el año 1983

Para determinar el diagrama de carga total hemos sumado hora a hora los diagramas de carga diaria, de cada uno de los sectores analizados y el diagrama de carga diario para las localidades, se muestra en los gráficos 3.03 y en forma consecutiva hasta el 3.08. La demanda máxima se muestra en la tabla 3.10, donde alcanza a 37 Kw. para el año 1983 y según el diagrama de carga, la duración es una (01) hora.

Tabla 3.10 Demanda Máxima Total 1983

S E C T O R	Demanda Máxima (Watts)	
	Sapalache	Pulún
Alumbrado Público	4,628	3,769
Domiciliario	10,320	7,200
Comercial	1,200	400
Industrial	1,500	--
Uso General	6,300	1,850
Total/Localidad	23,948	13,219
TOTAL GENERAL	37,167	

El diagrama de carga diario obtenido, tiene un factor de carga 0.15, y se muestra en el gráfico 3.09.

3.5.3 Desarrollo del Número de Usuarios

En este acápite se analizará el desarrollo del número de usuarios, básicamente de los sectores domiciliario y comercial sobre la base de la información analizada anteriormente para la etapa correspondiente considerando el desarrollo socioeconómico.

a) Primera Hipótesis

El desarrollo económico de la zona lleva un ritmo muy lento del desarrollo económico, prácticamente crecimiento

vegetativo, el coeficiente de electrificación para el año-1990 alcanza 0.60 y 0.50 para ambas localidades respectivamente.

b) Segunda Hipótesis

Para el desarrollo económico se lleva a cabo los proyectos básicos, luego se pruevas que el coeficiente de electrificación para el mismo año alcanza 0.70 y 0.60 para ambas localidades respectivamente.

c) Tercera Hipótesis

Se presenta el desarrollo muy acentuado, donde se ejecutan obras importantes que contribuyen al desarrollo más amplio donde el coeficiente de electrificación alcanza 0.80- y 0.70 para ambas localidades respectivamente.

El gráfico 3.14 nos muestra la variación del coeficiente de electrificación para las tres etapas y tres hipótesis.

Sector Domiciliario

En base a las hipótesis para ambas localidades, se realiza el crecimiento de viviendas electrificadas, los resultados se muestran en las tablas 3.11 y 3.12.

Tabla 3.11 Desarrollo del número de usuarios para la localidad de -
Sapalache (6 Hab/vivienda).

Año	Población	Número Viviendas	VIVIENDAS ELECTRIFICADAS		
			1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis
1982	841	140	-	-	-
1983	862	146	43	43	43
1984	881	146	50	52	54
1985	903	150	57	62	66
1986	924	154	65	72	79
1987	946	157	74	82	91
1988	969	161	82	94	105
1989	992	165	91	106	120
1990	1,016	169	101	118	135

Tabla 3.12 Desarrollo del número de usuarios para la localidad de -
Pulón (6 Hab/vivienda).

Año	Población	Número Viviendas	VIVIENDAS ELECTRIFICADAS		
			1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis
1982	609	101	-	-	-
1983	619	103	30	30	30
1984	630	105	39	35	37
1985	641	106	37	40	43
1986	652	108	41	46	50
1987	665	110	45	56	58
1988	674	112	49	57	65
1989	687	114	53	63	73
1990	700	117	58	70	87

Sector Comercio

Del muestreo realizado el número de comercios que existe es 5 y-
2 % de las viviendas electrificadas para ambas localidades respecti-
vamente, estimamos que para zonas rurales este porcentaje se mantie-
ne hasta el final de la segunda etapa. Luego para el año 1990 la lo-
calidad de Sapalache tendrá en término medio $164 \times 0.05 = 8$ comer-
cios y para la localidad de Pulón $119 \times 0.02 = 3$ comercios.

3.5.4 Proyección de la Demanda

El crecimiento de la demanda asumimos que pasa por dos etapas luego de la implementación del Servicio Público de Electricidad.

- Segunda Etapa (1984 - 1990)

Esta etapa es el proceso de electrificación que culmina cuando se ha alcanzado el coeficiente de electrificación máximo asignado, luego para el final de la etapa se analiza la demanda por sector.

a) Alumbrado Público

Consideramos que en esta etapa no hay prácticamente incremento de la potencia instalada.

b) Sector Domiciliario

Para este sector, conforme el análisis en el acápite 5.4 hay incremento de población, viviendas, suministro de energía; pero consideramos que el diagrama de carga diaria por consumidor se mantiene constante, luego la demanda máxima total estará dada por el número de usuarios en el año 1990 multiplicado por la demanda diversificada de cada consumidor, 240 watts.

El resultado de las operaciones se muestra en la tabla 3.13.

Tabla 3.13 Demanda Máxima Sector Domiciliario 1990 .

Localidad	Demanda Máxima (Watts)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Sapalache	24,240	28,320	32,400
Pulún	13,920	16,800	20,880
TOTAL	38,160	45,120	53,280

Para la demanda máxima media en el gráfico 3.10, se muestra el diagrama de carga.

c) Sector Comercio

De acuerdo al análisis efectuado en el acápite 5.4 para este sector, el año 1990 la demanda máxima se obtiene

por el mismo procedimiento de b) los resultados se muestran en la tabla 3.14.

Tabla 3.14 Demanda Máxima Sector Comercio 1990.

Localidad	Demanda Máx. (Watts)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Sapalache	2,200	3,000	3,600
Pulón	900	1,200	1,500

d) Sector Industrial

En esta etapa consideramos que la demanda permanece - invariable.

e) Sector Uso General

Para este sector se considera que la demanda crece - con una tasa no menor que la tasa de crecimiento poblacional utilizado en el proyecto, luego empleando 2.4 y - 1.75 % de crecimiento de la demanda para ambas localidades, se obtiene la demanda para el año 1990, que se muestra en la tabla 3.15.

Tabla 3.15 Demanda Máxima Sector Uso General 1990.

Localidad	Demanda (Watts)
Sapalache	7,616
Pulón	2,125

La integración de los diagramas de carga de cada uno de los sectores nos da el diagrama de carga único para - cada localidad.

La demanda para el año 1990, se muestra en la tabla - 3.16.

Tabla 3.16 Demanda Máxima 1990

Localidad	Demanda Máxima (Watts)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Sapalache	40,681	45,068	49,744
Pulún	20,714	22,894	28,274
TOTAL	61,395	68,958	70,018

Para la demanda máxima del termino medio, en el gráfico 3.11 se muestra el diagrama de carga diario.

- Tercera Etapa (1990 - 2005)

En esta etapa, el cálculo de la demanda máxima la hacemos en forma global, con incremento de la demanda máxima por usuario, para esto asumimos tres hipótesis coherentes :

a) Primera Hipótesis

La demanda máxima se desarrolla únicamente por el incremento de nuevos usuarios, sin incremento de la demanda de un consumidor, luego tomamos la tasa de crecimiento igual a la tasa crecimiento promedio poblacional.

b) Segunda Hipótesis

La demanda máxima se desarrolla por incremento de la demanda por usuario de 2 %, que combinado con la tasa de crecimiento poblacional nos da una tasa sostenida de 4.4 y 3.75 % para las localidades de Sapalache y Pulún respectivamente.

c) Tercera Hipótesis

La demanda máxima por usuario se incrementa en 4% adicionando la tasa de crecimiento del número de usuarios resulta 6.4 y 3.75 % para las localidades de Sapalache y Pulún respectivamente.

Aplicando al valor correspondiente de mínimo medio y máximo se obtiene los resultados de la demanda máxima.

Para el año 2005 la demanda se muestra en la tabla 3.16.

Tabla 3.17 Demanda Máxima 2005

Localidad	Demanda Máxima (Watts)		
	Mínimo	Medio	Máximo
Sapalache	57,810	85,625	124,936
Pulún	26,824	40,920	61,849
TOTAL	86,634	126,546	186,789

A continuación es necesario estimar las pérdidas en el sistema de potencia.

3.5.5 Análisis de las Pérdidas

De acuerdo a los niveles de tensión propuestos, se estima que las pérdidas de potencia en la red de distribución en el último año alcanza 5 % en subestaciones 3 % y en la línea primaria 2 %, además asumiendo una tolerancia de 1 % se obtiene una pérdida total de 10 % del valor medio.

Por otro lado se estima que las pérdidas crecen en forma parabólica con el incremento de potencia.

$$\Delta P = 1.1 \left(\frac{P_r}{P_{max}} \right)^2$$

En las tablas 3.17 y 3.18 se encuentran el crecimiento de la potencia para las tres etapas de estudio sin pérdidas y con pérdidas respectivamente.

En el gráfico 3.13 se muestra el diagrama de carga total-media, incluida las pérdidas.

3.5.6 Energía Anual

Para el proceso de Electrificación se ha obtenido un factor de carga promedio de 0.39 para doce (12) horas diarias de operación, luego la energía anual suministrada a las dos localidades se obtiene según :

$$E = P \times Fc \times N$$

Donde :

Demanda anual en Kw. : P

Factor de carga Fc : 0.39

Horas de operación anual: N

Para el diseño consideramos la demanda media debido a su -
prioridad de Interés Nacional. En la tabla 3.20 se muestra
el crecimiento de energía anual.

Tabla 3.18 Demanda Proyectada Tres Etapas (Sin Pérdidas).

Año	DEMANDA MAXIMA (WATTS)		
	Mínimo	Medio	Máximo
1983	37,167	37,167	37,167
1984	40,010	41,270	42,240
1985	42,878	44,768	46,777
1986	46,849	49,329	52,269
1987	49,566	53,426	57,566
1988	53,447	58,547	63,107
1989	56,773	63,073	69,133
1990	61,183	68,958	76,006
1991	62,516	71,299	80,696
1992	63,880	74,277	85,677
1993	65,273	77,381	90,965
1994	66,698	80,615	96,581
1995	68,155	83,984	102,546
1996	69,645	87,496	108,878
1997	71,166	91,155	115,604
1998	72,723	94,967	122,745
1999	74,314	98,941	130,330
2000	75,941	100,081	138,389
2001	77,603	107,395	146,936
2002	79,303	111,891	156,019
2003	81,041	116,576	165,665
2004	82,817	121,458	176,228
2005	84,634	126,846	186,788
2006	86,491	131,849	198,332
2007	28,389	137,379	210,606

Derecho de Máxima Demanda

Tabla 3.19 Demanda Proyectada Tres Etapas (Incluye -
Pérdidas)

Año	DEMANDA MAXIMA (WATTS)		
	Mínimo	Medio	Máximo
1982			
1983	40,883	40,883	40,883
1984	44,011	45,397	46,469
1985	47,165	49,244	51,454
1986	51,534	54,262	57,496
1987	54,522	58,768	63,322
1988	58,792	64,402	69,417
1989	62,450	69,380	76,046
1990	67,301	74,187	83,606
1991	68,168	78,429	88,765
1992	70,268	81,705	94,244
1993	71,800	85,119	100,061
1994	73,368	88,676	106,239
1995	74,970	92,382	112,800
1996	76,609	96,216	119,765
1997	78,282	100,270	127,164
1998	79,995	104,463	135,023
1999	81,745	108,835	143,363
2000	83,535	110,089	152,222
2001	85,363	118,134	161,629
2002	87,233	123,080	171,621
2003	89,145	128,233	182,230
2004	91,098	133,603	193,850
2005	93,097	139,530	205,463
2006	95,140	145,039	218,100
2007	97,227	151,111	231,666

El crecimiento de la demanda total para el término medio, se muestra en el gráfico N° 3.15. En conclusión - para el diseño normalizamos una Minicentral Hidroeléctrica de 150 Mw.

Tabla 3.20 Energía Anual Generada en Kw-h (Factor de Carga Promedio 0.31 y 12 horas diarias de Operación).

Nº	AÑO	ENERGIA (Kw-h)
1	1984	78,939.0
2	1985	85,628.7
3	1986	94,354.0
4	1987	102,189.3
5	1988	111,986.0
6	1989	120,642.1
7	1990	129,000.8
8	1991	136,377.0
9	1992	142,073.5
10	1993	148,010.0
11	1994	154,195.1
12	1995	160,639.3
13	1996	167,306.1
14	1997	174,355.4
15	1998	181,646.5
16	1999	189,248.8
17	2000	191,429.3
18	2001	205,418.4
19	2002	214,018.8
20	2003	222,979.2
21	2004	232,316.9
22	2005	242,623.1
23	2006	252,202.5
24	2007	262,760.8

GRAFICO N° 3.02

SECTOR DOMICILIARIO

DIAGRAMA CARGA DIARIO UN USUARIO
1984

DEMANDA MAXIMA 398 WATTS

(W)
400

300

200

100

120

50

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
horas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

SECTOR :

DOMICILIARIO

PROYECTO :
ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA

HECHO :

REVISADO :

FECHA :

02

GRAFICO N° 3.06

SECTOR COMERCIO

DIAGRAMA DE CARGA TOTAL 1984

(DOS LOCALIDADES)

DEMANDA MAXIMA 1600 WATTS

1600

24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

(h)

(W)

3000

2000

1000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

SECTOR :

COMERCIO

PROYECTO :
ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA

HECHO :
T. SOLIZ H.

REVISADO :

FECHA :
ABRIL 84

88

GRAFICO N° 3.07
SECTOR INDUSTRIAL

DIAGRAMA CARGA TOTAL 1984
DEMANDA MAXIMA 1800 WATTS

1500

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
horas

W

3000

2000

1000

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

SECTOR:

INDUSTRIAL

HECHO:

REVISADO:

FECHA:

GRAFICO 3.13

DIAGRAMA DE CARGA TOTAL 2005
(INCLUYE PERDIDAS)

DEMANDA MAXIMA 139.5 KW

fc = 0.176

KVA

150

100

50

139.5

105

67

59

58

18

18

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

(horas)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DIAGRAMA DE CARGA TOTAL 2005

OBJETO:
ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA

HECHO:
T. SOLIZ N.

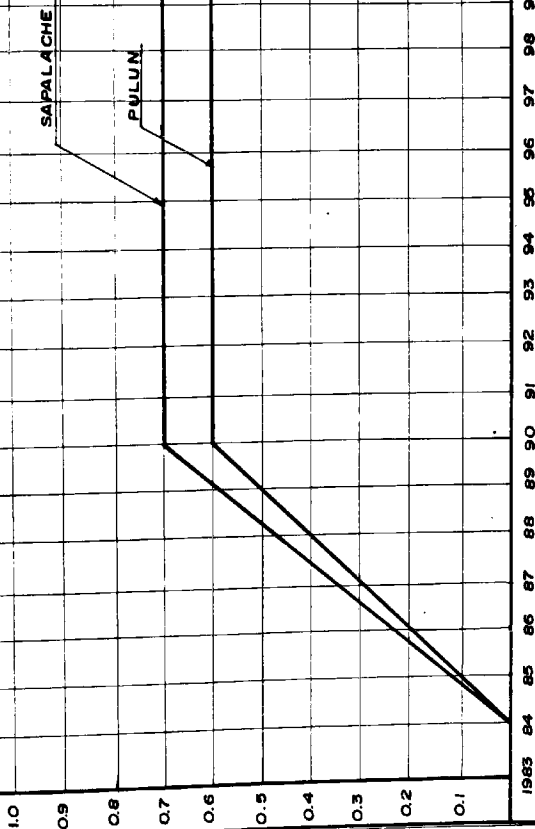
REVISADO:

FECHA:
ABRIL '94

83

GRAFICO N° 3.14

CRECIMIENTO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIFICACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

CRECIMIENTO DEL COEFICIENTE DE ELECTRIF.

ASUNTO:
ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA

NIÑO:
. T. SOLIZ . M .

REVISADO:

FECHA:
ABRIL '84

GRAFICO 3.15
**CRECIMIENTO DE LA DEMANDA MAXIMA
 PARA LAS TRES ETAPAS**

CON PERDIDAS ———
 SIN PERDIDAS - - - - -

W
 x10³
 150
 140
 130
 120
 110
 100
 90
 80
 70
 60
 50
 40
 30
 20
 10

1982 85 84 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 Años

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA		CRECIMIENTO DE LA DEMANDA MAXIMA	
NOVEDO:	HECHO:	REVISADO:	FECHA:
ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA	T. SOLIZ. H.		ABRIL '84

IV. EVALUACION Y CALCULOS

4.1 Evaluación de los Recursos

4.1.1 Generalidades

Con el propósito de suministrar energía eléctrica, se requiere la transformación de la energía a partir de la hidráulica por lo que es necesario seleccionar el recurso hídrico más conveniente, técnica y económicamente, del mismo modo dentro de este contexto es necesario considerar el análisis de los demás recursos involucrados (Ecología, Geología, Mecánica de suelos, etc.).

El análisis económico para pequeñas centrales, no justifica los estudios de campo precisos y profundos por el alto costo que representa, en ese sentido se analiza la planificación definitiva y se realiza las investigaciones de campo más mínimas requeridas.

4.1.2 Hidrología

Del recorrido por la zona se tiene básicamente dos recursos que se pueden explotar. La primera denominada quebrada Ramos y la segunda quebrada Sapalache.

La primera se ubica al norte de la localidad de Sapalache, entre las coordenadas longitud $94^{\circ} 33'$ y $94^{\circ} 34'$, latitud $6^{\circ} 74'$ y $6^{\circ} 75'$, el origen de la quebrada proviene desde la cordillera denominada Xixales donde a cierto nivel existen lagunas entre las que tenemos: "La Negra", "La Campaña", "Barbacobas". La baja temperatura en los bosques existentes ubicados a más 2,500 m.s.n.m. generan constantes lloviznas y neblina que permiten filtraciones de agua originando subquebradas que forman la Quebrada Ramos. Al inicio de la quebrada se derivan sus aguas a un canal con fines de -

riego; según testimonio de los moradores, el canal fué construído hace muchos años y cruza las localidades de Pulún y Sapalache.

Los aforos realizados por Electroperú, Ministerio de Agricultura y últimamente por el Ministerio de Pesquería, alcanzan en época de estiaje (Agosto y Setiembre) 450 lit/seg. y la dureza del agua a 30 ppm. de Ca CO_3 /litro.

La segunda quebrada que se podría explotar se encuentra ubicada entre las coordenadas longitud- $94^{\circ} 29'$ y $94^{\circ} 30'$, latitud $6^{\circ} 73'$ y $6^{\circ} 74'$ cuyo origen similar al anterior proviene de los bosques húmedos de la cordillera denominada "Chingüelas".

De esta quebrada se deriva un canal para fines de riego del valle de Huancabamba. Los aforos registrados superan en tres veces la primera quebrada.

De acuerdo a la magnitud de la potencia a instalar y teniendo en consideración el mínimo costo de inversión en obras civiles se selecciona como recurso hídrico la Quebrada Ramos.

4.1.3 Ecología

En lo que respecta a la ecología (clima, flora fauna, etc) es muy diversificada, típico de la sierra norte del país. El clima es predominantemente templado frío y con humedad, que alcanza hasta el 90 % y casi todo el año presenta lloviznas y neblinas. Las precipitaciones pluviales alcanzan 1,900 mm. La flora es abundante el pasto natural es extenso, rico y variado en yerbas medicinales, y árboles como el Romerillo, Lanche; plantas aromáticas y diversos tipos de flores. El suelo es del tipo Xero Turboso (predominantemente

arcilloso) húmedo en las partes altas y del tipo sialítico en la parte media. La fauna es variada existiendo animales de caza y pequeños batracios, lagartijas y aves de campo.

4.1.4 Geología y Mecánica de Suelos

Se ha obtenido una visión referencial geológica a fin de interpretar los factores que pudieran tomarse en cuenta para las obras civiles de la Mi nicentral Hidroeléctrica. En principio la zona se encuentra en la márgen izquierda del valle del - Huancabamba, donde se exponen afloramientos predo minantemente del Terciario constituido por rocas volcánicas que van desde las Riolitas hasta del - tipo volcánico, prevaleciendo rocas Andesitas y - Dacitas. Para los suelos de la zona residual del tipo colapsable y limo arcilloso plástico con per manencia de agua interior, la capacidad de carga - admisible será de 0.50 kg/cm^2 para cimentaciones que requieran necesariamente de drenaje y para - suelos residuales de las Riolitas, Dacitas y Ande sitas se permitirá una carga admisible de 1.50 Kg/cm^2 .

Se ha tomado muestras para el análisis de la - mecánica de suelo principalmente del suelo arcilloso del tipo colapsable.

Para materiales agregados como la arena, según análisis se recomienda el tratamiento preciso y - previo.

Finalmente dado al tipo de suelo y análisis - geológico, además teniendo en consideración las - lluvias periódicas muy frecuentes, se deberá realizar drenajes en las cimentaciones de las obras - civiles.

4.1.5 Disponibilidad de Agregados

Los principales ingredientes en la zona tales como piedra, arena, hormigón, no están ubicados de preferencia en el mismo lugar de las obras. Es necesario ubicar canteras de abastecimiento que generalmente se encuentra en las riberas del río Huancabamba, esto trae como consecuencia un incremento en el costo debido al transporte.

El otro ingrediente básico, es el cemento cuyo costo de transporte es elevado debido a que se su ministra desde la ciudad de Piura, distante 150 - km. con recorrido aproximado de 10 horas.

Dado que las obras civiles representan un gran porcentaje en el costo de la central, es importan te programar el suministro de cemento y otros ma teriales.

En conclusión en la zona existen materiales de construcción aceptables, aún cuando tienen limita ciones por impurezas, lo que requiere mayor inves tigación.

4.2 Ubicación de la Central

De acuerdo al recurso hídrico seleccionado y teniendo en consideración los demás recursos, investigación de campo y la identificación del área a servir con la comer cialización de la energía, se ha elegido la ubicación a 400 mts. al norte de la localidad de Sapalache donde se alcanza una caída aceptable.

La selección preliminar de la caída "H" se obtiene de la demanda de potencia y caudal seleccionado.

Demanda de Potencia P = 150 Kw
 Caudal de Diseño Q = 380 lit./seg.

Luego :

$$H = \frac{P}{7.5 Q}$$

$$H = 52.63 \text{ mts.}$$

Del trabajo topográfico ubicamos la Casa de Máquinas - en el lugar más apropiado a los centros de consumo. Se ha ubicado muy cerca a la carretera que va hacia Pulún, en - el nivel 2,565 m.s.n.m., y la cámara de carga en el nivel 2,619 m.s.n.m., cerca del canal existente tal como se - muestra en el plano GH-01.

Para las demás infraestructuras, se mejorará el canal - existente y se construirá la bocatoma en la Quebrada Ra - mos, justo donde confluyen las subquebradas Negro y Amari - llo cuyo nivel es 2,948.5 m.s.n.m.

4.3 Ingeniería Civil Hidráulica

4.3.1 Recurso Hídrico

Con el fin de minimizar costos de construcción - se ha elegido como recurso hídrico la Quebrada Ra - mos. Según lo analizado en el numeral 4.1 los afo - ros realizados por Electroperú (1978-1979) se re - gistró en época de estiaje un caudal de 450 lit./ seg.

Se ha observado que durante el período lluvioso (Enero - Mayo) se presentan de manera esporádica - acarreo de material en la quebrada, tales como pie - dra, tronco de árboles, arena, arbustos, etc., es - te aspecto debe tener presente el especialista pa - ra el diseño de la bocatoma.

Es preciso mencionar que las aguas derivadas ac - tualmente de la Quebrada Ramos, se utilizan con fi - nes de riego por lo que será de uso alterno para - fines energéticos durante las 24 horas.

4.3.2 Obras Civiles

a) Acceso

Se construirá el camino de acceso a la Casa de Máquinas y Cámara de Carga, desde los puntos más cercanos respectivamente de la vía - transitoria existente entre Sapalache y Pulán.

El camino tendrá tres (03) metros de ancho - el cual se lastrará y afirmará.

b) Bocatoma

La bocatoma se encontrará ubicada a 3 km. - al norte de la localidad de Sapalache en el ni - vel 2,725 m.s.n.m. de la Quebrada Ramos, muy - cerca donde confluyen las dos subquebradas Negro y Amarillo.

La bocatoma según diseño apropiado para pequeñas centrales hidroeléctricas consistirá en estructura de concreto reforzado 140 kg/cm^2 el cual incorporará rejilla de filtro. En el vertedero se colocarán ataguías como se señala en el plano GH-02.

El caudal fluirá a través de un conducto - construído que pasa debajo del camino de herra - dura existente justo en la ubicación de la bocatoma. El vertedero es capaz de sobrepasar la inundación de diseño de las dos subquebradas - mencionadas.

En el diseño de la bocatoma se asume que - existe cimentación mixta de roca y suelo duro - para la estructura.

Se proveerá protección en roca y muros de - retención de concreto aguas abajo del vertede - ro, y de la sección de rebose para prevenir la erosión.

Trabajos varios en metal, por ejemplo esca-

leras, pasamanos serán provistos.

Para el diseño propio, el especialista realizará el análisis hidrológico del flujo de agua en la quebrada.

c) Canal de Aducción

Como se ha mencionado previamente, la intención es aprovechar al máximo el canal de regadío construido por los habitantes del lugar, luego se mejorará la sección del canal de acuerdo al cálculo óptimo que se detalla más adelante. Solamente en los tramos críticos, el canal será de piedra - revestido con concreto simple, en los demás tramos será en tierra natural.

En los cruces de caminos se construirán alcantarillas y en el de pendiente abrupta se construirá disipador de energía.

La longitud del canal es aproximadamente de 3.5 km. hasta la cámara de carga y en su trayecto se derivará al canal secundario con fines de irrigación tal, que no se presente interferencia con la generación de energía.

Faltando cien (100) mts. previo a la llegada a la cámara de carga, el canal será revestido con concreto y tendrá la sección rectangular.

d) Cámara de Carga y Desarenador

La cámara de carga consistirá en una cámara de concreto reforzado 140 kg/cm^2 con vertedero de rebose. La cámara estará provista de una compuerta para limpiar el sedimento desde ésta hacia el canal de rebose.

Se proveerá una compuerta de regulación y una rejilla para detener los desperdicios a la entrada de la tubería de presión. Se complementará con trabajos varios en metal, por ejemplo pasamanos, pasamuros.

En el enlace del canal de aducción y cámara se construirá el desarenador con pendiente 1/00 totalmente revestido.

Las dimensiones de la cámara de carga serán similares al modelo presentado por el Ing. Tsuguo Nozaki en su libro "Diseño de pequeñas Centrales Hidroeléctricas".

e) Tubería de Presión

La tubería de presión tendrá 106 mts. de longitud y espesor uniforme con una caída estática de - 54 mts., construida de plancha soldada, instalada en pendiente que varía con la topografía del terreno.

La tubería es de diámetro 0.457 mts. y es anclada en bloques de concreto semireforzada y asentada en apoyos de concreto 175 kg/cm^2 . La tubería se desarrolla en tramos rectos entre cada par adyacente de bloques de anclaje hecho de concreto. La estructura de apoyo se ubicará cada cinco (05) mts. Habrá una junta de dilatación en cada tramo, justo aguas abajo de cada bloque de anclaje.

Previo al ingreso de la casa de máquinas la tubería se bifurcará en dos, correspondiente a cada unidad hidroeléctrica.

Se tratará de que el movimiento de tierra se realice al mínimo. Una canaleta será construida con piedra revestida para el desagüe pluvial, con un mínimo de tres puntos de descarga.

Se verificará el momento de volteo para los apoyos y anclajes previo a la construcción.

f) Casa de Máquinas

La casa de máquinas ubicada en el nivel 2,615 m.s.n.m., es una estructura de concreto, tendrá -

las dimensiones 17.1 x 5.20 mts. para recibir dos grupos hidroeléctricos, área para sub-estación de salida, área para mantenimiento y oficina de guardiana.

El cimiento de la casa de máquinas será de una dosificación 1:10 cemento - hormigón con 30 % de piedra grande de un tamaño máximo de 6 pulg., el sobre cimiento será de una mezcla 1:8 cemento - hormigón con 25 % de piedra mediana.

Las columnas serán de una sección 25 x 20 cms. con concreto de una resistencia de 175 kg/cm^2 . Los muros serán de ladrillo semi king kong de anillo asentado con una mezcla de 1:5 cemento - arena asentado tipo sogá.

La cobertura se hará con planchas de eternit debidamente fijadas a las vigas y correas de madera tornillo.

Llevarán puerta de doble hoja y las ventanas serán de fierro con cerrojo de seguridad.

El zócalo será de mayólica blanca nacional de 10 x 10 cms. El piso será de cemento color gris.

La estructura de los muros y placas continuas para la cimentación de maquinaria será de concreto reforzado de resistencia 210 kg/cm^2 diseñado para soportar las vibraciones. Los dados finales de soporte serán de concreto - 175 kg/cm^2 .

g) Canal de Descarga

El canal de descarga será de sección rectangular revestida con concreto desde la salida de la casa de máquinas hasta el cruce de la carretera diseñado para transportar 450 lit/seg. El canal restante hasta la desembocadura en la quebrada Sapalache será en tierra natural.

Al cruce con la carretera, se construirá una alcantarilla-sifón de concreto armado.

4.4 Cálculo del Canal de Aducción

Bases de cálculo :

Caudal disponible en la bocatoma $Q_b = 0.450 \text{ mt}^3/\text{seg.}$

Pérdida de caudal por km 3.5 %

Longitud del canal 3.8 mt.

Tipo de canal Tierra natural

Altura de borde libre $a = 15 \text{ cm.}$ Coeficiente de fricción $\eta = 0.030$

Cálculo del caudal disponible, máximo en la cámara de carga.

Se evalúa por :

$$Q_c = Q_b - Q_r$$

$$Q_c = 0.450 - \frac{3.5}{100} \times 0.450 \times 3.8$$

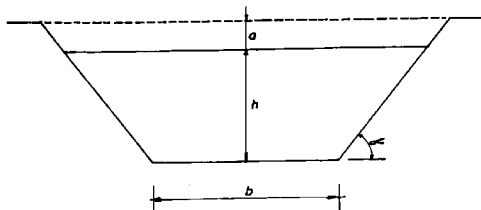
$$Q_c = 0.390 \text{ mt}^3/\text{seg.}$$

Cálculo de la sección óptima

Según Manning, sabemos :

$$v = \frac{1}{\eta} R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

donde :

Velocidad del agua en $\text{mt}/\text{seg.}$: v Pendiente : J Además $v = \frac{Q}{A}$ Caudal en $\text{mt}^3/\text{seg.}$: Q Sección del canal en mt^2 : A 

Radio Hidráulico : $R = \frac{A}{P}$

Perímetro mojado en mts. : P

La sección hidráulica óptima se cumple si :

$$P = \frac{4h}{\text{sen } \alpha} - 2h \cotg \alpha$$

implica

$$R = \frac{h}{2}$$

de donde el caudal

$$Q = \frac{h^{8/3}}{2^{2/3} \cdot \eta} \left(\frac{2}{\text{sen } \alpha} - \cotg \alpha \right) J^{1/2}$$

De acuerdo al tipo de terreno habrá un talúd (máxima - pendiente para el cual el terreno no se desmorona). En conclusión tenemos una relación h, J y b lo que nos permite construir una tabla y dibujar las secciones.

Por otro lado en los tramos del canal revestido el talúd α será 60° para todas las pendientes.

4.5 Tubería de Presión

a) Cálculo del diámetro óptimo de la tubería

Se realizará el análisis técnico - económico para la determinación del diámetro óptimo de la tubería.

a1) Costo anual por suministro

El peso de la tubería viene dado por :

$$W_t = \pi \cdot D \cdot e \cdot L \cdot \gamma_t$$

donde :

Diámetro de la tubería en mts. : D = 0.457

Longitud de la tubería en mts. : L = 106

Peso específico del material $\gamma_t = 7800 \text{ kg/mt}^3$.

Espesor de la plancha en mts : e

El espesor se evalúa por

$$e = \frac{\gamma \cdot H^1 \cdot D}{2 \sigma}$$

donde :

Peso específico del agua $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$

Esfuerzo de tracción del material.

$$\sigma = 7.8 \times 10^{-6} \frac{\text{Kg}}{\text{mt}^2}$$

Altura de sobrepresión $H^1 = 1.5 \text{ H}$

Denominando P_t al precio de la tubería en \$ US/Kg.

El costo total es :

$$C_t = \pi \cdot D^2 \cdot \frac{\gamma \cdot H^1}{2} \cdot L \cdot \gamma_t \cdot P_t$$

Para una anualidad fija "m" el pago anual será :

$$M_1 = m \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \frac{\gamma \cdot H}{2} \cdot L \cdot \gamma_t \cdot P_t$$

a2) Costo anual por pérdida de energía

Según la fórmula de DARCY-WIBASCH la altura de - pérdidas, se evalúa por :

$$h_f = \beta \frac{Q^2 \cdot L}{D^5}$$

donde :

. Coeficiente de fricción $\beta = 0.0020$ (Tub. soldada)

La energía perdida en Kw-h

$$E = 7.8 \frac{Q^3 \cdot L}{D^5} \cdot N$$

donde :

. Tiempo de operación anual en horas : N

Denominando P_e el precio de venta de la energía en \$ US/Kw-h

El costo anual de la energía perdida

$$C_e = 7.8 \beta \cdot \frac{Q^3 \cdot L}{D^5} \cdot N \cdot P_e$$

El costo total es $C = C_t + C_e$. Hallamos el punto máximo cuando :

$$\frac{\partial C}{\partial D} = 0$$

Realizando las operaciones resulta :

$$D^7 = \frac{7.8. 5/\beta. Q^3. N. \sigma}{\pi. \gamma. H. \gamma_t. m} \times \frac{P_e}{P_t}$$

. Considerando en promedio una anualidad de:
 $m = 0.15$.

En el mercado local se evaluó que los costos :

$$\frac{P_e}{P_t} = 0.01 \text{ a } 0.02$$

. En un año $N = 8600$ horas

Reemplazando :

$$D^7 = 0.446 \frac{P_e}{P_t}$$

Asumiendo :

$$\frac{P_e}{P_t} = 0.015$$

$$D = 0.489 \text{ mts.}$$

b) Cálculo del espesor de la tubería

Se evalúa por medio de :

$$e = \frac{P \cdot D}{2 \sigma} + e_0$$

Se toma $e_0 = 1.5$ mm.

Para acero simple $\sigma = 780 \text{ kg/cm}^2$

Diámetro de la tubería $D = 18$ pulg.

$$P = \frac{H^1}{10} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

Como se demostrará más adelante, la sobre presión se evalúa por :

$$H^1 = \Delta H + 59.60$$

donde :

$$H = \frac{1}{2} (\lambda^2 + \lambda \sqrt{4 + \lambda^2}). K. \text{Hest.max.}$$

$$\lambda = \frac{L \cdot v_p}{g \cdot \text{Hest.max.} \cdot \text{Tr}}$$

el tiempo de cierre del distribuidor (Tr) se

ha definido en 3 seg. lo que resulta,

$$H^1 = 68.65 \text{ mt.}$$

luego el espesor es

$$C = \frac{68.65 \times 0.457 \times 100}{2 \times 10 \times 780} + 0.15$$

$$e = 0.351 \text{ cm} < 3/16'' \text{ (espesor mínimo).}$$

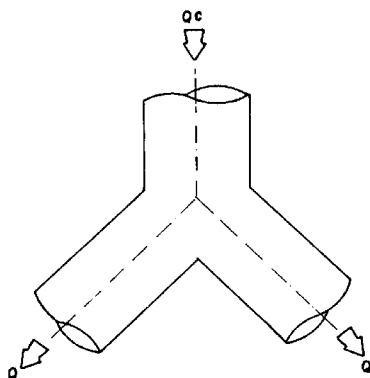
En conclusión el espesor de la plancha para la fabricación de la tubería será de 3/16''

c) Cálculo de los colectores

Diámetro de la tubería matriz $D = 18$ pulg.

Según la figura, por continuidad

$$Q = 2 Q_c$$



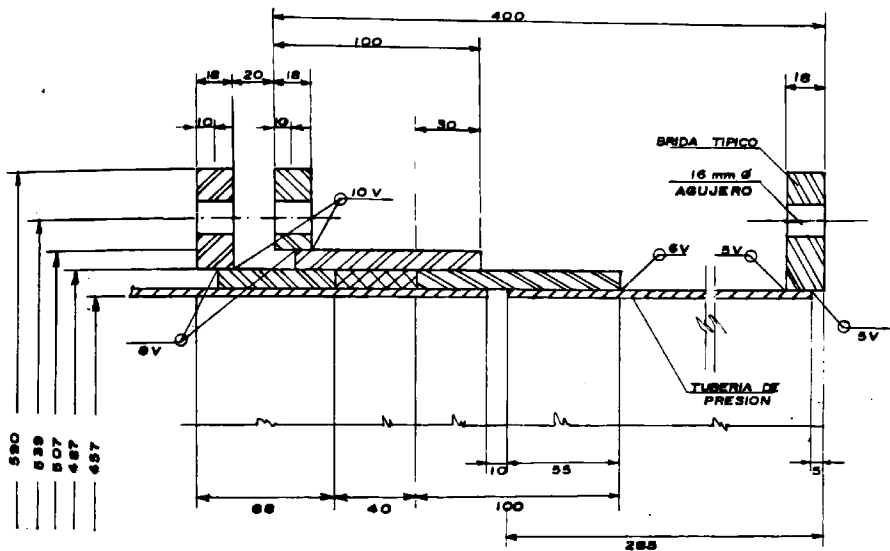
$$\text{implica } D_c = \frac{D}{\sqrt{2}} = 12.7 \text{ pulg.}$$

El molde más cercano para la fabricación de la tubería del colector es 12" ϕ

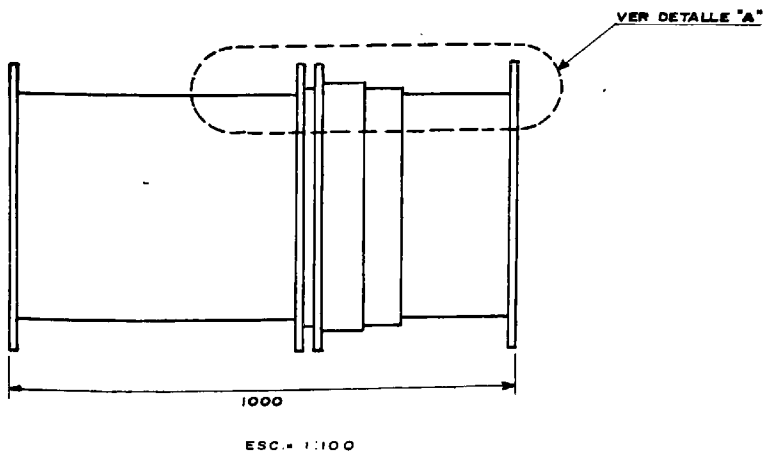
d) Cálculo de la junta de dilatación

Para el material de la tubería :

$$\text{Módulo de elasticidad } E = 30.10^6 \text{ lb/pulg}^2$$



DETALLE "A" ESC. = 1:250



ESC. = 1:100

DETALLE TIPICO DE JUNTA
DE DILATACION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTERA

OTWENG
Bach TEOBALDO SOLIZ W

OTWENG
C. CH. Z

REVISADO.

FECHA.
JUNIO 85

ESCALA
INDIC.

FIG. N°
4.01

coeficiente de dilatación $\alpha = 6.5 \cdot 10^{-6} \frac{\text{ft}}{\text{ft}} \frac{1}{\text{C}}^{\circ}$

Sabemos : $\int = \alpha L T$

Del perfil de la caída :

Tramo de mayor longitud $L = 44 \text{ mts} = 144.3 \text{ ft}$

Elevación de la tempera

tura

$$\Delta T = 50^{\circ}\text{F}$$

reemplazando,

$$\int = 6.5 \times 10^{-6} \times 144.3.50$$

$$\int = 0.0469 \text{ ft} = 0.56 \text{ pulg} < 5/8 \text{ pulg.}$$

Luego las juntas de dilatación serán standard - tal como se muestra en la figura 4.01.

e) Cálculo de las bridas

Las dimensiones de las bridas se halla de - acuerdo a tablas de bridas standares.

La máxima sobrepresión se considera,

$$p = \frac{1.5 \times H}{10}$$

donde :

Altura neta $H = 52 \text{ mts.}$

luego :

$$p = 7.8 \text{ kg/cm}^2$$

En la tabla 4.1 se muestra un extracto de bri - das standares, extraído del Manual de la AWWA - (American Water Works Association).

Tabla 4.1 Dimensiones de Bridas Normalizadas

Presión	Diámetro de Tubería (pulg.)	Diámetro de brida (pulg.)	Número de Pernos	Diámetro de perno (pulg.)	Diámetro del Círculo Interior (pulg.)
5 kg/cm ² (71 lb/pulg. ²)	16	21 1/4	12	1/2	19 1/4
	18	23 1/4	16	5/8	21 1/4
	20	25 1/4	16	5/8	23 1/8
8 kg/cm ² (125 lb/pulg. ²)	16	23 1/2	16	1	21 3/4
	18	25	16	1 1/8	22 3/4
	20	27 1/2	20	1 1/8	25

En el presente estudio tenemos tubería de 18 y 12" perteneciente a la tubería matriz y colector respectivamente, donde las presiones son variables a lo largo de ellas.

De acuerdo a nuestra disposición topográfica hay tres tramos, luego se seleccionan las bridas según la sobrepresión admisible.

La tabla 4.2 muestra las bridas seleccionadas. Las bridas serán de acero forjado con superficie torneada y acabada según normas ITINTEC o alternativamente ASA, ASME.

Tabla 4.2 Dimensiones de las Bridas Tubería de Presión

Tramo	Diámetro de tubería (pulg.)	Número de bridas --	Diámetro exterior de la brida (pulg.)	Diámetro círculo interno (pulg.)	Diámetro perno (pulg.)	Número pernos por brida --
1 y 2	18	6	23 1/4	21 3/4	5/8	16
3	18	2	25	22 3/4	1 1/8	16
	12	4	19	17	7/8	12

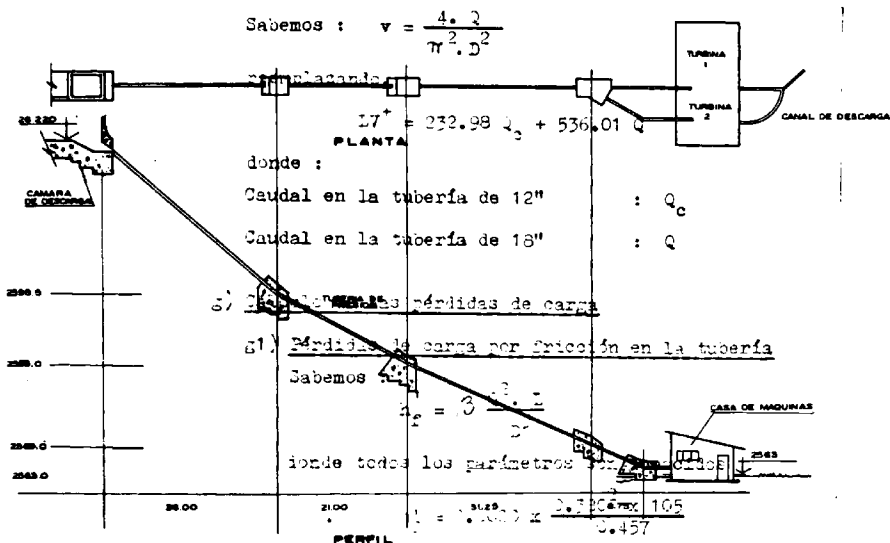


Fig. 4.02 Perfil de la caída $h_f = 1.54$ mts.

f) Cálculo del momento hidráulico

La tubería de presión está compuesta por tres tramos rectos y una bifurcación para dos unidades. La longitud total alcanza 105 mts. de los cuales 17 mts corresponden a la tubería de ingreso a la turbina de 12 pulg. de diámetro y el resto a la tubería matriz cuyo diámetro es 18 pulg.

El momento hidráulico de la tubería se evalúa según :

$$LV^* = L \cdot v + L_C \cdot v_C$$

donde:

Longitud de la tubería de 12" ϕ : $L_C = 17$ mts

Velocidad del agua en tubería 12" ϕ : v_C

Longitud de la tubería matriz 18" ϕ : $L = 88$ mts

Velocidad del agua en tubería 18" ϕ : v

$$\text{Sabemos : } v = \frac{4 \cdot Q}{\pi^2 \cdot D^2}$$

reemplazando,

$$LV^4 = 232.98 Q_c + 536.01 Q$$

donde :

Caudal en la tubería de 12" : Q_c

Caudal en la tubería de 18" : Q

g) Cálculo de las pérdidas de carga

g1) Pérdidas de carga por fricción en la tubería

Sabemos :

$$h_f' = f \frac{Q^2 \cdot L}{D^5}$$

donde todos los parámetros son conocidos

$$h_f' = 0.0020 \times \frac{0.380^2 \times 105}{0.457}$$

$$h_f' = 1.54 \text{ mts.}$$

g2) Pérdidas debido a la entrada, h_{11}

- i) Por la creación de la velocidad necesaria-
para el paso del caudal a través de la sec
ción de entrada de la tubería.

$$h_{iv} = \frac{v^2}{2g}$$

- ii) Por el roce de los filetes líquidos al di-
rigirse el agua a la embocadura y por con-
tracción de la vena líquida.

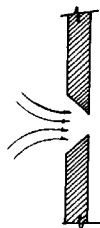
$$h_{i1} = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1}{C^2} - 1 \right)$$

La pérdida total es

$$h_{11} = h_{iv} + h_{i1}$$

$$= \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{1}{C^2}$$

Para nuestro caso



$$C = 0.07$$

La velocidad promedio en la tubería

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$v = \frac{4 \times 0.380}{\pi \left(\frac{18 \times 2.54}{100} \right)^2}$$

$$v = 2.31 \text{ mt/seg.}$$

luego tenemos,

$$h_{11} = \frac{2.31^2}{2 \times 9.8} \times \frac{1}{0.97^2}$$

$$h_{11} = 0.29 \text{ mts.}$$

g3) Pérdidas en los codos : h_{12}

Se tiene la siguiente relación

$$h_{12} = (K_1 + K_2) \frac{v^2}{29} + K_4 \frac{v_c^2}{29}$$

donde :

v y v_c son las velocidades del agua en la tubería matriz y colectores respectivamente, y las constantes.

K_1 y K_2 tubería 18 pulg.

K_4 tubería 12 pulg.

Según la topografía del perfil de la caída el cambio de dirección entre tramos tienen ángu -

los : indicados y usando tablas se tiene :

$$\phi_1 = 12^\circ \text{ tablas } K = 0.12$$

$$\phi_2 = 7^\circ \text{ tablas } \frac{K}{K} = \frac{0.10}{0.22}$$

$$\phi_4 = 45^\circ \quad K_4 = 0.15$$

reemplazando :

$$h_{12} = 0.22 \times \frac{2.31^2}{2 \times 9.8} 0.16 \times \frac{2.31}{2 \times 9.8}$$

$$h_{12} = 0.103 \text{ mts.}$$

g4) Pérdida de carga en la bifurcación : h_{13}

Las pérdidas se consideran como embocadura y contracción.

$$h_{13} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} + k \frac{v^2}{2g}$$

En la bifurcación el eje de la tubería colector forma un ángulo \angle con el de la tubería matriz, además se supone que las aristas son redondeadas con radio $r = 0.10 \times D_c$, donde D_c - diámetro del colector, se tendrá un coeficiente k que se encuentra tabulado para diferentes relaciones de diámetros y diversos ángulos \angle por consiguiente utilizando tablas "Pipe and Valve Handbook".

$$\frac{D_c}{D} = \frac{12}{18} = 0.66 \quad \frac{Q_c}{Q} = 0.50$$

$$\text{y } \angle = 45^\circ \quad k = 0.36$$

luego :

$$h_{13} = 0.36 \times \frac{2.31^2}{2 \times 9.8}$$

$$h_{13} = 0.098 \text{ mts}$$

g5) Pérdida en la válvula de ingreso : h_{14}

Para la condición de válvula completamente abierta, de tablas se obtiene para diámetro - 10 pulg. $K = 0.20$

luego :

$$h_{14} = k \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{14} = 0.054$$

g6) Pérdida a la salida del tubo difusor : h_{15}

La energía no aprovechada es :

$$h_{15} = \frac{v_s^2}{2g} = 0.0028 \text{ mts.}$$

La pérdida total es :

$$h_f = h_f^i + h_{11} + h_{12} + h_{13} + h_{14} + h_{15}$$

reemplazando :

$$h_f = 2.08 \text{ mts.}$$

4.6 Selección del Equipo Mecánico4.6.1 Turbina y accesoriosa) Cálculo de la potencia

De la disposición topográfica tenemos :

Cámara de carga :

Nivel máximo del agua	2,621 m.s.n.m
Nivel nominal del agua	2,619 m.s.n.m
Nivel mínimo del agua	2,617 m.s.n.m
Casa de máquinas	2,563.5 m.s.n.m

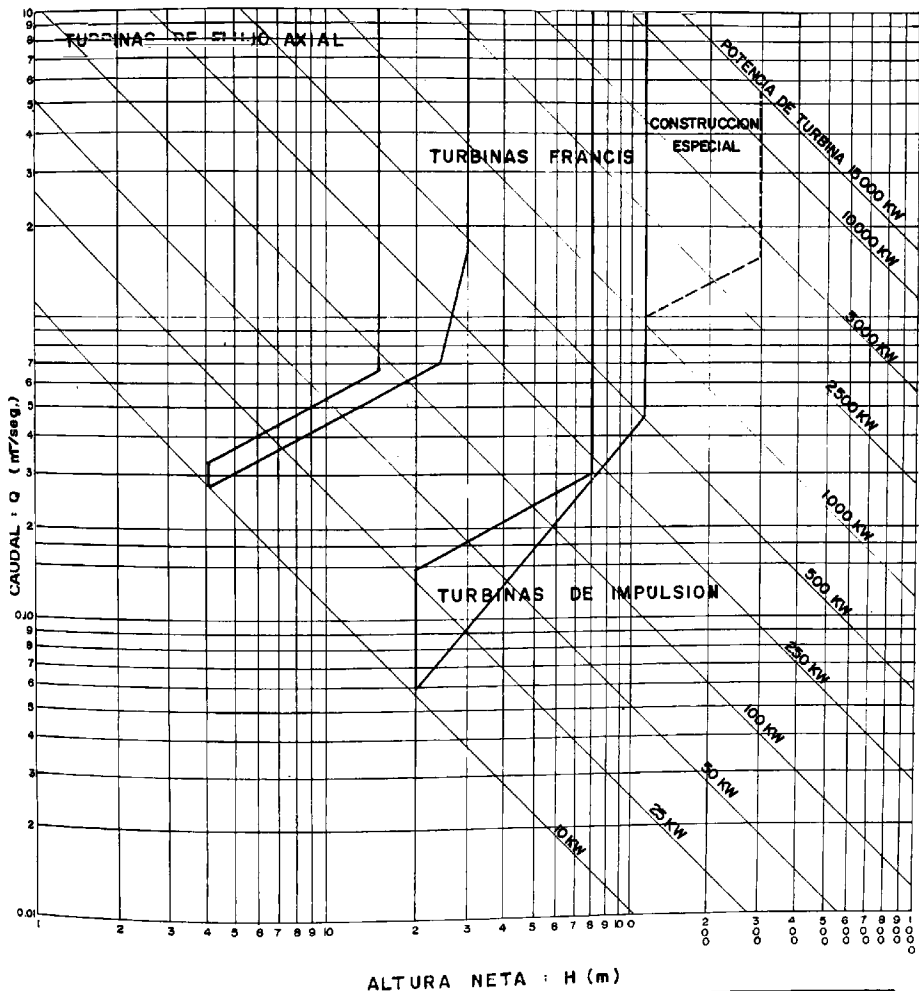
Casa de máquinas :

Nivel del eje central de la turbina 2,565 m.s.n.m.

Las alturas estáticas respectivas son :

Altura estática máxima 56 mts

PROGRAMA STANDARD DE TURBINAS PEQUEÑAS



PROGRAMA STANDARD DE TURBINAS PEQUEÑAS		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
		ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTERA			
DISEÑO: TECBALDO SOLUZ W	DIBUJO: C. CH. Z	REVISADO:	FECHA: JUNIO 85	ESCALA: 5/c	FIG N° 4.03

REFERENCIA: KOSSLER VOEST - ALPINE

Altura estática nominal	54 mts
Altura estática mínima	52 mts

La pérdida de altura total encontrada anteriormente es :

$$h_f = 2.00 \text{ mts.}$$

$$Q_n = 0.380 \text{ mt/seg.}$$

Luego las alturas netas disponibles son :

Altura neta máxima	54 mts
Altura neta nominal	52 mts
Altura neta mínima	50 mts

La potencia nominal de cada unidad

$$P = 9.8 Q_n \cdot H_n \cdot \eta_t$$

donde :

Potencia nominal de la turbina en Kw	:	P
Caudal nominal de cada unidad en $\text{mt}^3/\text{seg.}$:	Q_n
Altura nominal neta en mts.	:	H_n

Eficiencia de la turbina (catálogo)

$$\eta_t = 0.85$$

reemplazando,

$$P_i = 9.8 \times 0.190 \times 52 \times 0.85$$

$$P_t = 83.5 \text{ Kw}$$

El tipo de turbina es función de H_n y Q_n , del programa de fabricación de turbinas pequeñas normalizadas, (figura 4.03), para el presente estudio corresponde a turbina Tipo "Francis" rápido

b) Cálculo de la velocidad específica y angular

Utilizamos la figura 4.04, gráfico que relaciona la altura neta y velocidad específica para la máxima eficiencia.

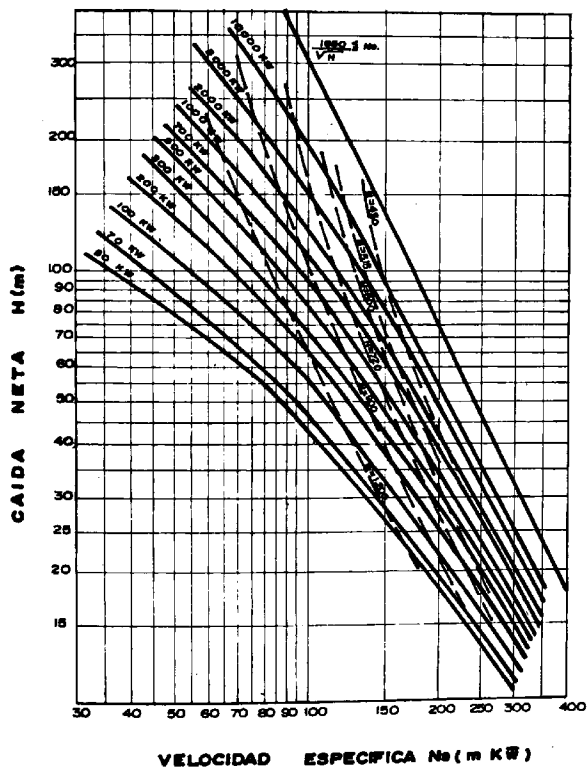
A las condiciones nominales

$$H_n = 52 \text{ mts. y } P_t = 83.5 \text{ Kw.}$$

Implica según gráfico $n_s = 92 \text{ Kw-mt.}$

La velocidad angular, se calcula según :

GRAFICO: CAIDA, CAPACIDAD, VELOCIDAD ESPECIFICA Y RPM DEL ROTOR (TIPO FRANCIS)



* REFERENCIA : " GUIA PARA PROYECTO DE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS " ENERO 68. ING. TSUSUO NOZAKI

GRAFICO CAIDA NETA VS VELOCIDAD ESPECIFICA PARA TURBINA FRANCIS.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Proy **ELECTRIFICACION CARMEN DE LA FRONTERA**

OBALDO SOLIZ

C. CH. Z

AGOS. '85

S/E

FIG. N 4.04

$$N = n_s \frac{Hn}{\sqrt{Pt}} \quad (\text{rpm})$$

reemplazando :

$$N = 1400 \text{ rpm.}$$

Según el programa de fabricación comercial de generadores síncronos, seleccionamos velocidad de 1800 rpm., y eje horizontal, por lo que requerimos algún medio de transmisión de potencia.

Un sistema de transmisión económico es a través de fajas, la selección se realiza más adelante. Luego se concluye que la velocidad de rotación de la turbina es de 1400 rpm. por lo tanto no requiere recálculo de la velocidad específica.

c) Dimensionamiento preliminar de la turbina

Para turbinas de pequeña potencia por razón de minimizar costos de fabricación, sencillez en su montaje y mantenimiento, la disposición más conveniente es la de eje horizontal y su dimensionamiento preliminar lo calculamos según la teoría de las turbomáquinas y experiencia de los fabricantes.

c1) El diámetro del rotor se calcula por,

$$D = 84.6 \cdot K \cdot \frac{\sqrt{Hn}}{N}$$

donde :

Altura neta nominal en mts : Hn

Velocidad angular en rpm. : N

La constante K es función de la velocidad específica

$$\text{Si } N_s < 120 \quad K = 0.70 + \frac{n_s}{1500}$$

$$N_s \geq 120 \quad K = 0.68 + \frac{n_s}{1500}$$

Para nuestro caso tenemos,

$$K = 0.70 + \frac{92}{1500} = 0.761$$

luego :

$$D = 0.331 \text{ mts.}$$

c2) El área de entrada a la espiral

La velocidad permisible del agua a la entrada - de la espiral se calcula según,

$$V_{ent} = (0.10 \text{ a } 0.20) \sqrt{2gH}$$

asumiendo el factor igual a 0.12

$$V_{ent} = 0.12 \sqrt{2 \times 9.8 \times 52}$$

$$V_{ent} = 3.43 \text{ mt/seg.}$$

luego el diámetro de entrada :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.190}{\pi \times 3.43}}$$

$$D = 0.251 \text{ mts} \cong 10 \text{ pulg.}$$

En conclusión : requerimos una reducción desde - la tubería del colector. La reducción propuesta será de 12 a 10 pulg. con longitud de 0.60 mts.

c3) Cálculo del diámetro interno de la espiral

Se recomienda :

$$D_{int} = 1.4 D_{ent}$$

$$D_{int} = 14.0 \text{ pulg.}$$

c4) Las demás dimensiones referenciales se muestran en la figura 4.05.

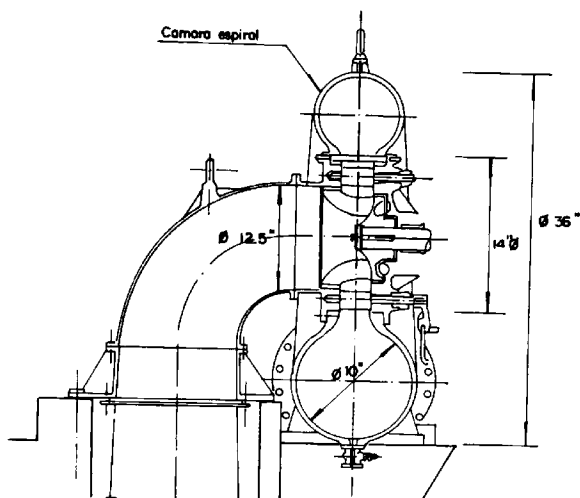
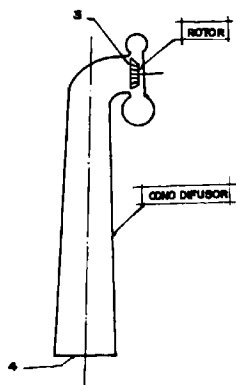


Fig. 4.05 Dimensiones preliminares de la turbina

d) Cálculo de la altura de aspiración

El cálculo de la altura de aspiración nos permite asegurar que en la instalación no se produzca erosión en el rotor de la turbina debido a cavitación.

La figura siguiente muestra la disposición del tubo difusor.



Velocidad del agua al inicio del tubo
difusor : c_3

Velocidad del agua a la salida del tu
bo difusor : c_4

El área de descarga de la turbina tiene las -
mismas medidas del área exterior del rotor :

$$D = 0.332 \text{ mt.}$$

$$A_3 = \frac{\pi \times 0.332^2}{4} = 0.086 \text{ mt}^2$$

La conocida del tubo 1: 5 a 1: 10

Asumiendo :

$$D_4 = D_3$$

$$D_4 = 1.0 \text{ mt}^2$$

La velocidad será :

$$c_4 = \frac{4 \times 0.190}{\pi \times 1.0^2} = 0.24 \text{ mt/seg.}$$

La pérdida de carga será :

$$h_{14} = \frac{c_4^2}{2g} = 0.0029 \text{ mts.}$$

La altura permisible del tubo difusor se cal-
cula por :

$$z = \frac{P_{atm}}{\gamma} - \frac{sw}{\gamma} - \sigma_c \cdot h$$

donde cada sumando se calcula :

$$\sigma_c = 0.006 + 0.55 \left(\frac{ns}{44.46} \right)^{1.8}$$

$$\sigma_c = 0.041$$

$$. \text{ Hatm} = \frac{P_{atm}}{\gamma} - K \cdot \text{altitud}$$

La altitud de la casa de máquinas 2565 m.s.n.m
según tablas $K = 0.0012$

$$\text{Hatm} = 10.33 - 0.0012 \times 2565$$

$$H_{atm} = 7.25 \text{ mts.}$$

Para una temperatura de 15°C la presión de vapor del agua expresado en mts de agua, es :

$$\frac{e_w}{\gamma} = 0.182$$

luego :

$$Z = 7.25 - 0.182 - 0.041 \times 52$$

$$Z = 4.90 \text{ mts.}$$

En conclusión la longitud del tubo difusor debe ser menor de 4.90 mts para evitar cavitación. Esta longitud limita el tamaño del inicio del canal de descarga.

e) Selección de la válvula de ingreso

Las condiciones de entrada :

Caudal nominal por unidad mt/seg. : 0.190

Diámetro de la tubería de entrada pulg. : 10

Velocidad del agua en la entrada mt/seg. : 3.43

El diámetro de la válvula

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.190}{\pi \times 3.43}}$$

$$D = 0.265 \text{ mts} = 10.5 \text{ pulg.}$$

La presión máxima de ingreso de la turbina se calcula por :

$$p = \frac{1.5 \times H_n}{10}$$

$$p = 7.8 \text{ Kg/cm}^2 = 122 \text{ lb/pulg}^2$$

En conclusión :

Dado que la máxima presión no supera 100 mts. el control de la válvula será manual, luego seleccionamos la válvula :

Tipo	: compuerta
Material	: fierro fundido
Diámetro	: 10 pulg.
Máx. presión	: 150 lb/pulg. ²
Maniobra	: manual

f) Análisis de la protección de la turbina

Se analizará si es necesario instalar una válvula de alivio con la finalidad de proteger la turbina contra golpe de ariete.

Los factores que determinan su empleo son el tiempo de cierre del distribuidor y la relación longitudinal/caída.

El Ingeniero Novelli ha propuesto :

$$C = \frac{L \cdot v_p}{H \cdot g \cdot Tr}$$

$C < 0.20$ No requiere válvula de alivio ni aumento del momento de inercia.

$C \geq 0.20$ Es necesario instalar válvula de alivio.

donde :

Longitud de la tubería de presión en mts.	: L
Velocidad del agua en mt/seg.	: v
Altura neta en mts.	: H
Tiempo de cierre en seg.	: Tr

Para los datos establecidos.

$$C = \frac{247.95}{52 \times 9.8 \times 3} = 0.162$$

Como $C < 0.20$ no requiere válvula de alivio

4.6.2 Equipo de Regulación

Para el cálculo de la elevación de presión utilizaremos la teoría del golpe de ariete, según fór-

mulas de Allieve, luego utilizamos la ecuación de la dinámica para el diseño de la volante.

a) Condiciones del diseño

1. Alturas estáticas

Altura estática <u>máxima</u> .	Hest. máx	=	56 mts
Altura estática nominal.	Hest.	=	54 mts
Altura estática <u>mínima</u> .	Hest. min	=	52 mts

2. Pérdidas de altura a la descarga nominal.

$$hf = 2.00 \text{ mts}$$

3. Caudal nominal

$$Q_n = 0.380 \text{ mt}^3/\text{seg}$$

4. Número de unidades

$$2$$

5. Potencia nominal de cada unidad.

$$P_n = 85 \text{ Kw}$$

b) Cálculo de la elevación de presión

La elevación de presión en la carcasa de la turbina a las condiciones nominales de operación puede ser calculado por :

$$\frac{H}{H_{\text{est. max}}} = \frac{1}{2} (\lambda^2 + \lambda \cdot \sqrt{4 + \lambda}) \cdot K$$

donde :

$$\lambda = \frac{L \cdot v_p}{g \cdot H_{\text{est. max}} \cdot T_r}$$

Elevación de presión (golpe ariete) en mts : ΔH

Máxima altura estática al eje central de -

la turbina en mts. : Hest. max

Factor de compensación : K = 1.2

Longitud de la tubería de presión

en mts. : L

Velocidad promedio del agua al in

greso a la turbina en mts/seg. : v_p

Tiempo de cierre del distribuidor en seg. : T_r

El producto $L \cdot v_p$ se denomina momento hidráulico y fue evaluado en el numeral 5.0 donde se obtuvo:

$$L \cdot v_p = 232.98 Q_c + 536.01 Q$$

reemplazando resulta :

$$\lambda = \frac{0.456}{T_r} \quad (I)$$

- La máxima altura de presión se evalúa por :

$$H_{\max} = \Delta H + \Delta H_r + \Delta Z + H_{est1} + h_s$$

donde :

Máxima altura de presión en mts. : H_{\max}

Altura de energía no aprovechable en mts. : ΔH_r

Elevación máxima del agua en la cámara de carga debido a la sobre presión en mts. : ΔZ

Altura estática medida al eje central de la turbina en operación - en mts. : H_{est1}

Altura del agua en el difusor $h_s = 2.00$ mt

Los parámetros se calculan según

- La energía no aprovechable :

$$H_r = K_1 \left(h_{fp} + \frac{v^2}{2g} \right)$$

donde:

Altura de velocidad al ingreso a la turbina : $v^2/2g$

Pérdida de altura en la rejilla - de la cámara de carga y creación de velocidad $h_{fp} = 2.00$ mts. (asumido)

Coefficiente $K_1 = 0.50$

- La altura neta en operación

$$H_{est1} = H_{est. \max} - h_f - \frac{v^2}{2g}$$

donde :

Pérdida de altura en la tubería de presión. $h_f = 2mt$

Velocidad del agua al ingreso de la turbina mt/seg. : v

La velocidad se calcula por :

$$v = \frac{4 Q}{\pi D^2}$$

Diámetro de entrada a la espiral $D = 10$ pulg.

$$v = 3.74 \text{ mt/seg.}$$

reemplazando en ambas ecuaciones

$$- \Delta H_r = 0.50 \left(2 + \frac{3.74^2}{2 \times 9.8} \right)$$

$$\Delta H_r = 1.35 \text{ mts.}$$

$$- \Delta H_{est1} = 56 - 2 - \frac{3.74^2}{2 \times 9.8}$$

$$\Delta H_{est1} = 53.28 \text{ mts.}$$

Del mismo modo dado que la cámara de carga es del tipo vertedero libre se asume $\Delta Z = 1.00$ mt y se mantiene constante

Luego :

$$H_{\text{máx}} = \Delta H + 1.35 + 1.00 + 53.28 + 2$$

$$H_{\text{máx}} = \Delta H + 57.63 \quad (\text{mts}) \quad (\text{II})$$

Por otro lado la relación que define la variación transitoria de velocidad se evalua por :

$$\Delta h = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{est1}}}{H_{\text{est,max}}} \times 100 \quad (\text{III})$$

Reemplazando sucesivamente en I, II y III, elaboramos la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Elevación de la presión a diferentes tiempos de cierre del distribuidor.

Tr (seg)	λ	ΔH Hest.máx	ΔH (mts)	Hmáx (mts)	Δh (%)
1	0.456	0.686	38.41	96.04	76.35
2	0.228	0.306	17.16	74.79	38.41
3	0.152	0.196	11.02	68.65	27.44
4	0.114	0.144	8.10	65.73	22.23
5	0.091	0.114	6.40	64.03	19.19
6	0.076	0.094	5.30	62.93	17.23

La figura 4.06 se grafica Hmáx. y Δh en función del tiempo de cierre Tr.

En el caso de turbina Francis, la variación transitoria de presión normalmente se selecciona de 20 a 30 % sobre la base de la máxima altura de presión y teniendo en consideración el efecto del generador como volante, en ese sentido:

Para el presente estudio seleccionamos el tiempo de cierre total del distribuidor igual a 3 seg.

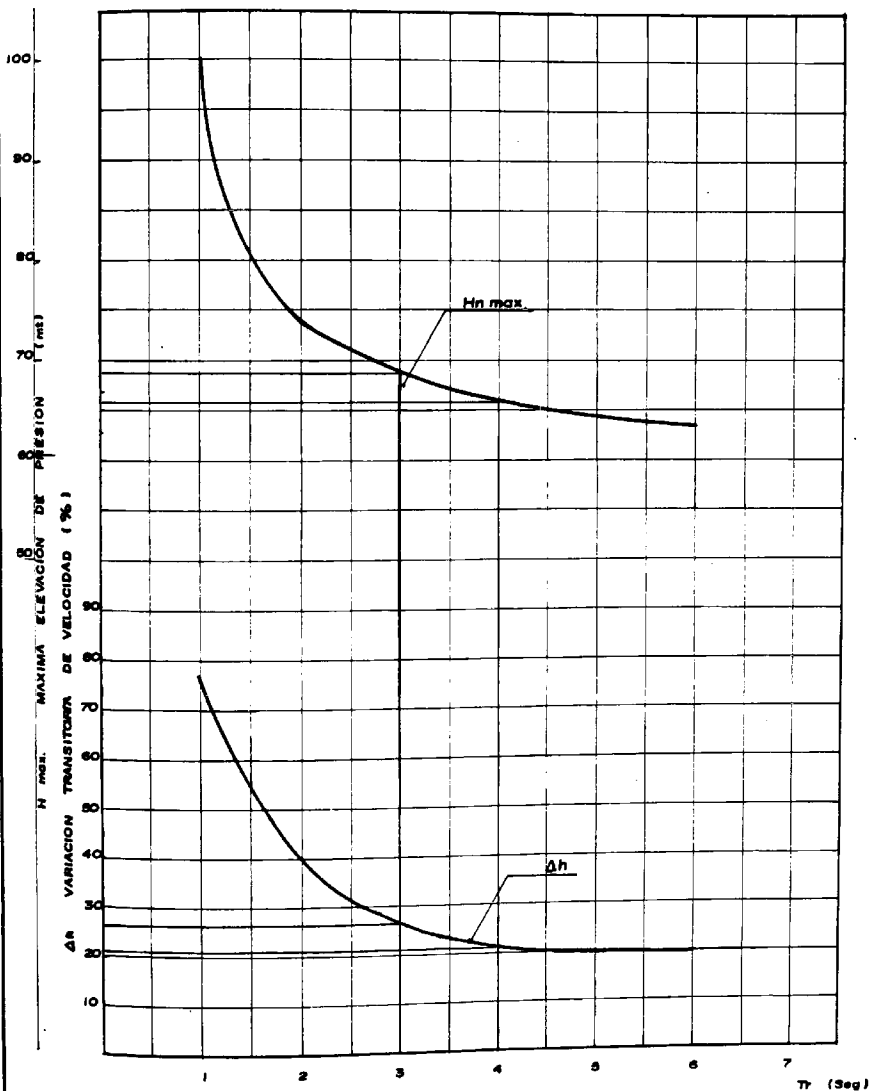
c) Variación de la sobrepresión a cargas parciales

Para cargas parciales se tiene en consideración:

- i) La variación de Z es lineal de 0 a 1 mts. con respecto al caudal turbinado.
- ii) La pérdida de altura en la tubería la evaluamos con la siguiente relación:

$$h_f = 0.0025 L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

- iii) Los parámetros calculados y seleccionados anteriormente se refieren al 100 % de carga.



**MAXIMA ALTURA DE PRESION PARA
DIFERENTES TIEMPOS DE CIERRE
DEL DISTRIBUIDOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

DISEÑO:
RODRIGUEZ, T. SOLIS

DIBUJO:
C. CH. Z.

REV.

FECHA:
DICIEMBRE 83

ESC.
S/E

FIG. Nº
4.06

$$Tr = 3 \text{ seg.}$$

$$Q = 0.380 \text{ mt}^3/\text{seg.} (100 \%)$$

$$\Delta H = 11.02 \text{ mts.}$$

Reemplazando en las ecuaciones establecidas anteriormente, elaboramos la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Elevación de la altura de presión a cargas parciales.

Q %	hf (mts)	Hest1 (mts)	ΔHr (mts)	ΔZ (mts)	Hmáx. (mts)	Δh %
100	2.00	53.28	1.350	1.00	68.65	27.85
80	1.23	53.54	1.229	0.80	68.58	26.85
60	0.69	53.74	1.129	0.60	68.48	26.33
40	0.31	53.88	1.057	0.40	68.35	25.85
20	0.08	53.97	1.014	0.20	68.20	25.41

La figura 4.07 muestra el gráfico de Hmáx. y Δh en función de las cargas parciales.

d) Dimensionamiento de la Volante

Según la ecuación de la dinámica :

$$J = \frac{3600 \cdot Wt \cdot \left(1 + \frac{h}{Z}\right)^{1.5}}{\pi^2 N_t^2 (\epsilon^2 + 2\epsilon)} \cdot Tr \cdot K$$

donde :

Potencia a transmitir al generador en Kw.	: Wt
Tiempo de cierre del distribuidor en seg.	: Tr
Velocidad de rotación de la turbina en R.P.M.	: Nt
Factor de compensación K = 1.2	
Elevación transitoria de presión en %	: Δh
Inercia del grupo en Tn. mt^2 J = mD ²	:
Elevación de velocidad	: ϵ

Para el cálculo de la potencia a transmitir al generador usemos :

$$P_g = \frac{E_g}{\eta_g \cdot \eta_{tr}}$$

donde :

Potencia nominal del generador $P_g = 75 \text{ Kw}$
 Eficiencia del generador (catálogo) $\eta_g = 0.92$
 Eficiencia del sistema de transmisión $\eta_{tr} = 0.96$

$$P_e = \frac{75}{0.92 \times 0.96}$$

$$P_e = 84 \text{ Kw.}$$

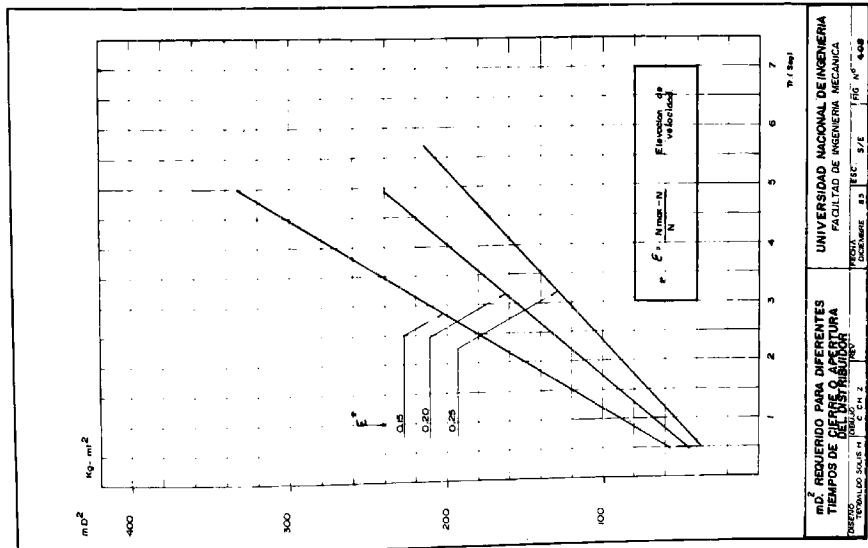
El momento de inercia de la rueda volante referido al eje de la turbina se evalúa por :

$$J_v = J - r^2 J_g$$

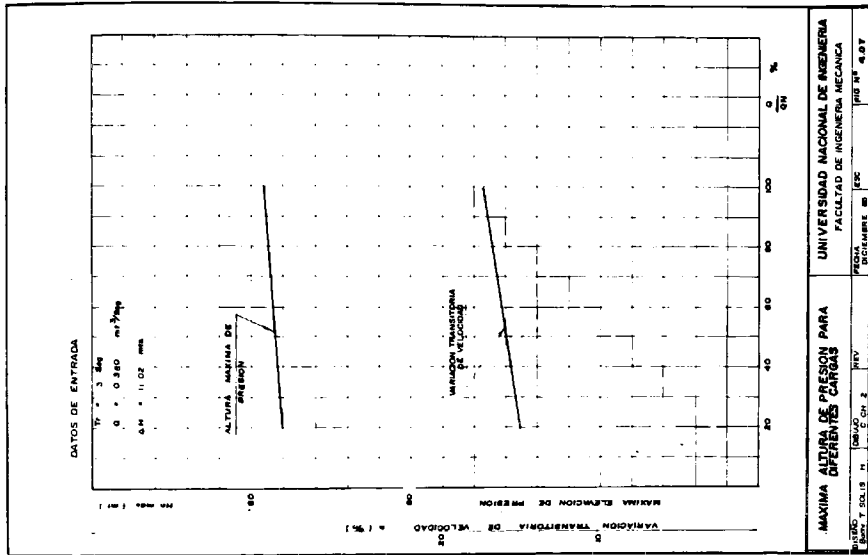
donde :

Momento de inercia de la rueda volante : J_v
 Momento de inercia del generador (catálogo) $J_g = 4 \text{ Kg. mt}^2$.
 Momento de inercia requerido : J
 Relación de transmisión 1800 + 1400 : r

Reemplazando sucesivamente elaboramos la tabla -
 4.5 para diferentes tiempos de cierre.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
PROF. ING. DONALDO SOLÍS H. C. CH. 2. REV. ESC. 8/1. FIG. N° 4-88



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
PROF. ING. DONALDO SOLÍS H. C. CH. 2. REV. ESC. 8/1. FIG. N° 4-87

Tabla 4.5 Momento de inercia en función del tiempo de cierre y elevación de velocidad.

Tr (seg)	Hmáx. (mts)	Δh (%)	$\left(1 + \frac{h}{z}\right)^{3/2}$	$J = mD^2 \text{ (kg-mt}^2\text{)}$		
				$\varepsilon = 0.15$	$\varepsilon = 0.20$	$\varepsilon = 0.25$
1	96.04	76.35	1.624	94.4	69.2	54.15
2	74.74	38.41	1.301	151.3	110.9	86.77
3	68.65	27.44	1.212	211.4	155.0	121.20
4	65.73	22.33	1.171	272.4	199.6	156.2
5	64.03	19.19	1.147	333.5	244.5	191.2

La figura 4.08 muestra el gráfico de MD^2 en función del tiempo de cierre y elevación de velocidad.

Para el presente proyecto que es un sistema eléctrico aislado - consideramos una elevación transitoria de velocidad de 20 %, luego para el tiempo de cierre del distribuidor seleccionado anteriormente de 3 seg., el momento de inercia del grupo es 155.0 kg-mt^2 .

Luego el momento de inercia requerido en la volante será :

$$J_v = 155 - \left(\frac{1800}{1400}\right)^2 \times 4$$

$$J_v = 148.3 \text{ Kg. mt}^2$$

Para el acero comercial, debido al esfuerzo permisible, la velocidad periférica recomendada se encuentra entre 50 a 60 mt/seg .

Asumiendo la velocidad periférica de 55 mt/seg . el diámetro de la volante será :

$$D_v = \frac{60 \times 55}{\pi \cdot 1800}$$

$$D_v = 0.75 \text{ mts.}$$

luego la masa de la volante

$$m = \frac{J}{D^2}$$

$$m = 263.43 \text{ kg.}$$

El espesor "b" del disco para acero con una densidad - de $\gamma = 7800 \text{ kg/mt}^3$ será :

$$b = \frac{4 \cdot m}{\gamma \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$b = 0.076 \text{ mts} \cong 3 \text{ pulg.}$$

En resumen :

Momento de inercia del grupo	$J = 155.0 \text{ kg. mt}^2$
Máxima elevación de presión	$H_{\text{máx}} = 68.65 \text{ mts.}$
Tiempo de cierre total	$T_r = 3 \text{ seg.}$
Vanación transitoria de presión	$\Delta h = 27.5 \%$
Elevación transitoria de velocidad	$\epsilon = 20 \%$
Velocidad de rotación turbina	$N_t = 1400 \text{ RPM.}$
Velocidad de embalamiento	$N_{\text{emb}} = 2600 \text{ RPM.}$

e) Selección preliminar de la capacidad del trabajo del regulador de velocidad

Dado que la válvula de ingreso a la turbina será operado manualmente, el regulador accionará exclusivamente la corona directriz (distribuidor)

Para seleccionar el tamaño del regulador utilizaremos la siguiente fórmula experimental aplicado a reguladores del tipo oleo - mecánico :

$$\text{Capacidad} = K_1 \times K_2 \frac{W_{\text{máx.}}}{\sqrt{H_n}}$$

donde

$K_1 = 3.5$ coeficiente experimental turbinas Francis

$K_2 = 2$ factor de seguridad

$W_{\text{máx}} = 1.2 W_n$ Potencia máxima de la turbina

$W_n = 84 \text{ Kw}$

$H_n = 52 \text{ mts.}$

reemplazando :

$$\text{Capacidad} = 81.5 \text{ kg.mt.}$$

El regulador se preferirá de operación automático y ma-

nual del tipo oleo-mecánico de alto grado de -
sensibilidad para operar en un sistema eléctrico
aislado y permitir el acoplamiento de genera-
dores síncronos.

4.6.3 Transmisión de Potencia

Según los datos establecidos :

Potencia al eje de la turbina	Kw :	78
Velocidad de la turbina	rpm :	1400
Velocidad del generador	rpm :	1800
Distancia entre ejes	mts :	1.07
Diámetro polea menor	mts :	0.30
Diámetro polea mayor	mts :	0.385

De tablas se obtiene,

Factor de servicio	1.20
Factor de diámetro	1.12

Luego para el diseño

$$\text{Potencia : } \text{Hpd} = \frac{78 \times 1.20}{0.746} = 125.40 \text{ HP}$$

$$\text{Diámetro : } d_g = 1.12 \times 0.30 = 0.336$$

La velocidad de la faja

$$v = 1800 \times 0.336 \times \pi = 1900 \text{ mt/min.}$$

De tablas de los fabricantes seleccionamos fajas -
Tipo "E" especial que asume

$$32.5 \text{ HP/correa}$$

$$\text{Factor de longitud } 1.00$$

$$\text{Factor de velocidad } 1.04$$

luego :

$$\text{Número de correas} = \frac{125.4}{32.5} = 3.858$$

El número de correas necesario es :

$$3.85 \times 1.04 = 4 \text{ correas}$$

Para el dimensionamiento preliminar del eje primero
calculamos la potencia máxima instantánea en condi-

diciones de un cortocircuito trifásico del generador, que se evalúa según :

$$P_{cc} = \frac{\rho''^2 \cdot S_n}{X_d'' \cdot \eta_{tr}}$$

donde :

Potencia nominal aparente $S_n = 93.75 \text{ Kva}$
 Reactancia de cortocircuito $X_d'' = 0.415 \text{ pu}$
 Eficiencia de transmisión $\eta_{tr} = 0.96$
 Coeficiente de f.e.m. subtransitoria ρ''

$$\text{y } \rho'' = \sqrt{1 + 2 X_d'' \cdot \text{sen } \psi + X_d''^2}$$

Angulo de factor de potencia : ψ

reemplazando

$$\rho'' = 1.29$$

$$P_{cc} = 393.03 \text{ Kw}$$

luego el torque máximo

$$T = \frac{P_{cc}}{Nt}$$

$$T = 2680.80 \text{ N. mt.}$$

El diámetro del eje se calcula según

$$d = K \sqrt[3]{\frac{16 T}{\pi \cdot \tau}}$$

donde :

Factor de fatiga y otros $K = 2$
 Esfuerzo de torsión $\tau = 480 \text{ N/mm}^2$

reemplazando

$$d = 61.04 \text{ mm} \cong 2 \frac{1}{2}''$$

4.7 Selección de los equipos eléctricos

4.7.1 Generalidades

a) Datos de la instalación

. Potencia nominal por unidad	93.75 Kva
. Número de unidades	2
. Sistema eléctrico	aislado
. Frecuencia	60 Hz
. Temperatura ambiente	20°C
. Altitud de operación	2600 m.s.n.m

b) Niveles de aislamiento

El poder de aislamiento contra sobretensiones se registran de acuerdo a las Normas CEBI 71-1 1976; y/o alternativamente ANSI C37.10; VDE 0111 y VDE 670; BS 27 y BS 2757.

Dado que la coordinación efectiva del aislamiento se debe cumplir a altitudes mayores de 1000 m.s.n.m es necesario corregir los niveles de aislamiento.

b1) Baja Tensión

Las características y pruebas eléctricas para el suministro de los equipos eléctricos del nivel de baja tensión se registran a las especificaciones de VDE, NEMA, MGI - 1965/1970.

Para las tensiones más usadas, en la tabla 4.5 se proporcionan los niveles de aislamiento de los equipos y elementos de maniobra, control y protección.

Tabla 4.8 Niveles de Aislamiento Normalizado

Tensión Nominal (Kv)	Tensión Máxima (Kv)	Tensión de Impulso 1.2/50 μ s (Kv)	Tensión de Ensayo 50/60 Hz, 1min. (Kv)
+ + 4.16 10	12	60	19
		60 +	
		75	28
+ + 13.8 15	15.5 17.5	I 95	36
		E 100	28
		75 + 95	38

+ Sistemas aterrizados y protección por pararrayos.

I : Inst. Interior

E : Inst. Exterior

+ + Sistema utilizado USA

El dimensionamiento efectivo del aislamiento en el laboratorio de en sayo hasta 1000 m.s.n.m., se corrige por el factor K, es una función de la altitud tal como prescribe CEI, el gráfico se muestra en la - figura 4.09.

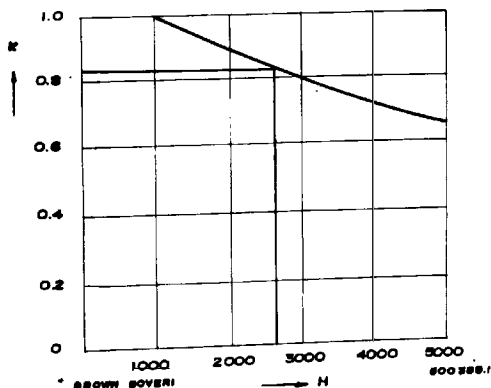


Fig. 4.09 Gráfico para la determinación del factor de corrección

K = Factor de corrección

H = Altitud sobre el nivel del mar.

La Tabla 4.9 muestra los niveles de aislamiento corregidos para la altitud de 2600 m.s.n.m., estos valores fueron hallados dividiendo por el factor K los niveles de aislamiento normalizados.

Tabla 4.9 Niveles de Aislamiento a obtenerse en Laboratorio a menos de 1000 m.s.n.m.

Tensión Nominal (Kv)	Tensión Máxima Eficaz (Kv)	Tensión Impulso 1.2/50 μ seg. (Kv)	Tensión de Ensayo 50/60 Hz, 1 min. (Kv)
5.1	5.84	73.61	23.3
12.26	14.72	73.6 92	34.3
16.93	19	116 134.9	44.2 61.3
18	21.5	92 116	46

Para el nivel de media tensión se ha elegido 10 Kv aterrizado, luego según la tabla 4.9 el nivel de aislamiento a obtenerse en laboratorio a menos de 1000 m.s.n.m. es :

Tensión de Impulso (pico) 1.2/50 μ seg.	73.6 Kv
Tensión de ensayo a 60 Hz, 1 min.	34.3 Kv

Generalmente se toma el nivel de tensión mínimo superior normalizado - al nivel de aislamiento corregido.

4.7.2 Generador y Sistema de Excitación

a) Evaluación de la potencia a generar

En el estudio de mercado eléctrico se ha obtenido la demanda de potencia proyectada por los consumidores que incluyendo las pérdidas alcanzan 150 Kw. Luego se ha previsto instalar dos unidades con una potencia de salida de 75-Kw. La capacidad de sobrecarga debe estar asegurada mediante un sistema de excitación convenientemente dimensionado según normas NEMA - "MGI" ó BS.

El tipo de carga a suministrar energía eléctrica es de servicio mixto de luz y fuerza, cuyo factor de potencia recomendado es 0.80 y factor de carga de 0.15.

b) Velocidad de rotación

Con la finalidad de reducir el costo del generador para unidades de pequeña potencia, estos se fabrican de 2 a 4 polos (alta velocidad de rotación)

Para el presente proyecto donde se ha elegido velocidad de la turbina de 1400 rpm. no habría inconveniente en seleccionar la velocidad del generador a 1800 rpm. que a 60 Hz debe tener 4 polos, esto implica diseñar el sistema de transmisión.

c) Selección del nivel de tensión y sistema de Generación

Debido a las consideraciones de costos y disponibilidad de equipo eléctrico para la potencia requerida se presentan tres unidades de tensión más usados :

- 1) 120 Volt ; 451.6 Amp.

- ii) 240 Volt ; 258.0 Amp.
 iii) 415 Volt ; 132 Amp.

La proposición i) es la más costosa que el resto debido al exceso de cobre que requiere respecto del aislamiento y pocos son los fabricantes - que lo usan.

La proposición ii) es una solución donde existe el equilibrio en la cantidad de cobre y el aislamiento por esta consideración es un nivel muy usado, además se adapta al nivel de tensión normalizado en el país.

La proposición iii) se adapta y se usa para máquinas de potencia mayores de 500 Kva. A continuación se presentan niveles de tensión preferidos - en algunos países :

I. Algunos Países Latinoamericanos

Potencia (Kw)	Tensión (Volts)
5 - 100	220 - 440
100 - 500	440 - 2,240
500 - 5,000	2,400

II. China Socialista

Potencia (Kw)	Tensión (Volts)
12 - 100	120 - 500
100 - 300	240 - 500
300 - 3,200	400 - 3,300

III. Estados Unidos

Potencia (Kv)	Tensión (Volts)
Hasta 10	220
10 100	440
100 1,000	2,400

En el mercado nacional los fabricantes de generadores ofrecen nivel de tensión de 230 volt desde 15 - 100 Kw, en ese sentido, el nivel de tensión del sistema de generación se adapta 230 volts, 60 Hz. El aislamiento se tomará como referencia, la norma NEMA MGI 22 ó BS 2613. Del mismo modo la forma de onda de la tensión debe cumplir las normas señaladas para máquinas menores de 3000 Kva.

Con fines de selección del interruptor el neutro del generador se supone aterrizado efectivamente, para condiciones de operación de pequeños generadores generalmente el neutro es aislado.

d) Sistema de excitación y regulación de tensión.

Debido a la compactibilidad del equipo bajo nivel de mantenimiento y respuesta rápida del control de la tensión, se suministrará generador síncrono sin escobillas auto excitado con regulación automática de tensión del tipo estático incorporado.

Según estipula la Norma NEMA, MGI 22 a - 37 ó BS 2613 la tensión de generación debe mantenerse en + 1 % entre vacío y plena car

ga, pero carga balanceada y frecuencia nominal $\pm 0.5\%$ y factor de potencia de 0.80.

El sistema de control del generador sin escobillas que reúne y cumple las normas señaladas, consta básicamente de un Estator y Rotor principal - convencionales, sistema rectificador rotativo, estator y rotor de excitación, unidad de control de tensión y la unidad de percepción de frecuencia - tal como se muestra en la figura 4.00. La unidad de control de estado sólido derivan tanto potencia como tensión de referencia del devanado del estator principal al control de excitación del estator de excitación. La salida del rotor de excitación se rectifica y alimenta al rotor principal para proporcionar la corriente necesaria de excitación. La corriente de campo proviene del estator a través de una alta impedancia a un puente rectificador. El regulador automático de tensión controla la salida del rectificador mediante un tiristor que está conmutado cada medio ciclo por la inductancia de campo de la excitación.

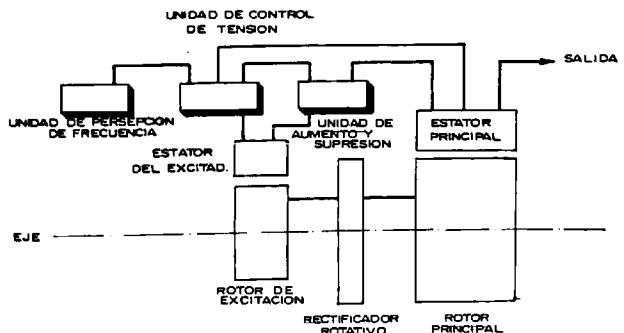


Fig. 4.10 Esquema en bloques del Generador sin escobillas autoexcitado y autoregulado

Las características generales

Tensión de excitación

Corriente de excitación

Tipo	Estado sólido
Sobrecarga admisible para un (01) minuto.	150 % de plena carga
Sensibilidad	Variación de la Tensión $\pm 1\%$ a 60 Hz.
Temperatura	55°C
Frecuencia	60 Hz.
Tensión de entrada	170 a 265 Volt.
Cebado	instantáneo

e) Dimensionamiento preliminar del generador

De acuerdo al material utilizado en la construcción y velocidad de rotación, los fabricantes proporcionan las dimensiones que se muestran en la figura 4.11, la cual incluye sistema de excitación y ventilación.

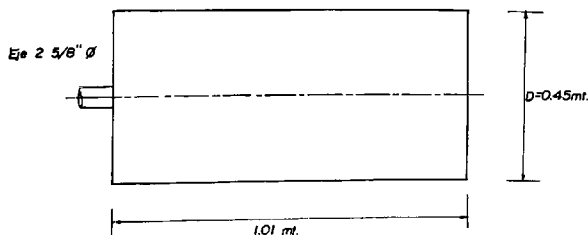


Fig 4.11 Dimensiones Preliminares del Generador.

f) Características del suministro
Características eléctricas

Potencia nominal	: 93.75 Kva.
Sistema	: Trifásico
Tensión nominal	: 230 Volts.
Intensidad de corriente	: 225 amp.
Capacidad de cortocircuito:	2.5 In.
Factor de potencia	: 0.80 Atraso
Frecuencia	: 60 Hz \pm 1 %
Tipo aislamiento bobinado	: Clase F
Tipo de excitación	: Autoexcitado sin escobillas
Tipo de control	: Auto regulado (AVR)

Características Mecánicas

Posición de operación	: Horizontal
Velocidad de rotación	: 1800 rpm.
Momento de inercia	: Máximo 4Kg. mt ²
Sistema de enfriamiento	: Auto ventilado por aire
Velocidad de embalamiento	: 200 %
Altitud de operación	: 2600 m.s.n.m.
Sistema de transmisión de potencia mecánica.	: Fajas
Operación en paralelo	

4.7.3 Aparatos y dispositivos de maniobra, protección, Medida y control

a) Descripción

Es de indudable importancia el funcionamiento del Servicio Público de Electricidad de manera - continua, esta condición depende de la instala - ción proyectada de modo que la maniobra, control - y protección se aplique a fin de obtener la opera - ción normal y evitar los daños del equipo eléctri - co.

i) Maniobra y control

Para la conexión y desconexión del suministro de energía hemos seleccionado utilizar interruptor en caja moldeada de accionamiento -

manual y automático para cada unidad y un -tercero para el circuito totalizador que se rán ubicados en los tableros. La capacidad-mínima de cortocircuito será 10 KA a 230 v, 60 Hz.

Los tableros serán del tipo autosoportado, de accionamiento frontal donde así mismo se ubican los dispositivos de señaliza -ción, protección y medida. El esquema pro -puesto se muestra en la figura 4.12 a par -tir del cual se ha seleccionado cada uno de los elementos.

En el lado de media tensión se utilizará seccionador - fusible tripolar mando manual instalado en celdas.

ii) Protección

Como en toda máquina eléctrica, se debe tener precauciones que pueden perjudicar -- la misma, lo que se hace necesario proteger la de grandes riesgos. El peligro básico de toda máquina es el excesivo calentamiento - que a su vez puede causar daños estructurales. Otras causas son las posibles fuerzas-mecánicas y sobretensiones destructivas.

Las clases de protección que se han considerado son :

1. Protección preventiva contra daños en el aislamiento.
 - Protección contra máxima intensidad y sobrecarga.
 - Protección contra sobretensiones debido a sobrevelocidad, defecto del regulador de tensión y maniobra.
 - Protección contra sobretensiones de - origen atmosférico.

2. Protección en el caso de deterioro interno del aislamiento, desbalance y operación motriz.
 - Protección contra fallas entre espiras y desbalance.
3. Protección contra inestabilidad y daño mecánico.
 - Protección contra mínima frecuencia
 - Protección contra sobre elevación de velocidad.

Algunas de las protecciones señaladas se respaldan.

iii) Medida

Los instrumentos de medida seleccionados son para instalación en tablero, alta con fiabilidad y eficiente operación. El diseño cumple Las Normas CEI 50 (20) - 1983, ANSI-C 39.1 y/o VIE 0410.

De acuerdo a las variables necesarias a medir se dispone de amperímetro, voltímetro corfímetro, vatímetro, medidor de energía, y frecuencímetro.

iv) Transformadores de medida y protección

Se dispondrá solamente para los circuitos amperimétricos con relaciones de transformación de 250/5A y 500/5A clase 1 y 5P, correspondientes a los instrumentos de medida y aparatos de protección respectivamente.

Los transformadores serán de núcleo de hierro normalizado y deberá resistir los esfuerzos térmicos y dinámicos de cortocircuito.

b) Cálculos

b) Para el esquema propuesto se realiza la selección de los interruptores y dispositivos de protección. Con la finalidad de analizar el sistema se han adoptado los siguientes criterios :

- i) Dos generadores de corriente alterna sin escobillas de características idénticas son conectados en paralelo a una barra común, sin ningún aparato de maniobra entre ellos.
- ii) Se ha previsto instalar interruptores en caja moldeada con dispositivo de disparo manual y automático tanto para cada unidad de generación y circuito totalizador.
- iii) El transformador de salida en baño de aceite será alimentado desde la barra común.
- iv) La configuración ha sido establecido analizando la confiabilidad de la protección.
- v) Para pequeños sistemas en los cálculos de fallas es imprescindible considerar la resistencia eléctrica de los equipos y línea según lo establece las normas VDE.
- vi) El neutro del generador se encuentra aislado.

El grado de protección elegido depende de la importancia de la máquina y sistema de potencia, así mismo del costo de los dispositivos de protección.

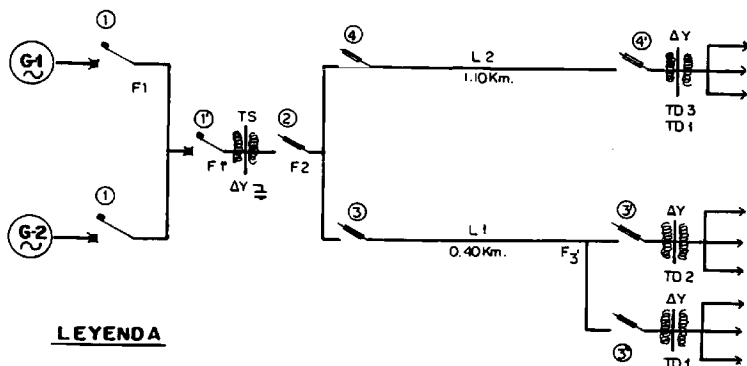
Para la selección de los interruptores y coordinación de la protección se requiere calcular la corriente máxima y mínima, intensidad del cortocircuito del sistema, así mis

mo es necesario conocer la corriente magnetizante de los transformadores y resistencia del generador.



b1) Cálculo de la corriente de cortocircuito


Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se han tenido presentes las siguientes consideraciones :

- Capacidad de cortocircuito del transformador de salida.
- Impedancia de la línea de subtransmisión.
- Se considera el efecto resistivo de los elementos.
- En el cálculo de Ice, se considera el caso fallas cercano al generador.



LEYENDA

	Generadores A.C.	93.75 KVA	c/u.
	Transformadores	TS: 187.5 KVA TD1: 50 KVA TD2: 75 KVA	

 Interruptor manual y automático con bobina de disparo (Shunt Trip)

 Seccionador- Fusible

L1 y L2 Líneas 3Ø

Fig. 4.12 Esquema del sistema eléctrico de potencia

Características eléctricas de los equipos de la minicentral.

Generadores +

Potencia nominal c/unidad	Kva : 93.75
Número de unidades	02
Tensión nominal	V : 230
Tensión de cortocircuito	pu : 0.42
Resistencia de cortocircuito $R = 0.15 X_d$	pu : 0.062
Reactancia de cortocircuito X''_d (Subtransitoria).	Pu : 0.415
Reactancia de secuencia cero X_{0g}	% : 6
Resistencia de secuencia cero $R_{0g} = 0.1X_{0g}$	% : 0.6

Transformador de Salida ++

Potencia nominal	Kva : 200
Tensión nominal de baja tensión	V : 230
Tensión nominal de media tensión	Kv : 10
Conexión	ΔY
Tensión de cortocircuito vcc	% : 4
Pérdidas en el cobre P_{cu}	% : 1.4
Reactancia de cortocircuito	
$X_r = \sqrt{V_{cc}^2 - P_{cu}^2}$	% : 3.74
Reactancia de secuencia cero $X_0 = 0.8 X_r$	
Resistencia de secuencia cero $R_0 = R_{1t} = P_{cu}$.	

Línea (1)

Longitud	Km : 0.4
Impedancia +++	$Z = 1.17 + j 0.445 \text{ ohm}$

Línea (2)

Longitud	Km : 1.15
Impedancia	$Z = 1.17 + j 0.456$

-
- + Fuente : ALGESA
 ++ Fuente : DELCROSA
 +++ Fuente : Ver Sección 4.8

Interruptores

Tipo : Caja moldeada
 Accionamiento : Manual y automático
 Corrientes nominales : 250 y 500 amp. respect.
 Tensión nominal : 600 V

Seccionador Fusible de la Sub-Estación de Salida

Versión : Tripolar
 Uso : Interior
 Tensión : 12 Kv
 Corriente nominal : 200 A

Seccionador Fusible de los Circuitos de Salida

Versión : Unipolar
 Uso : Interior
 Tensión : 12 Kv
 Corriente : 100 A

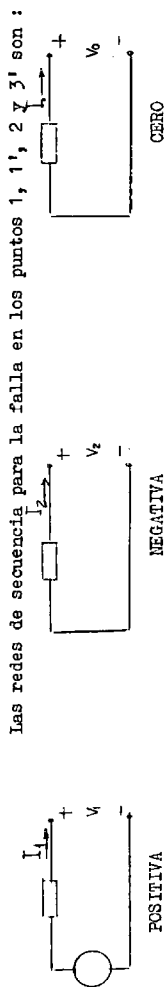
El cálculo se realizará para la condición más desfavorable.

Se simula que ocurre una falla en los puntos (no simultáneo) 1, 1', 2 y 3'.

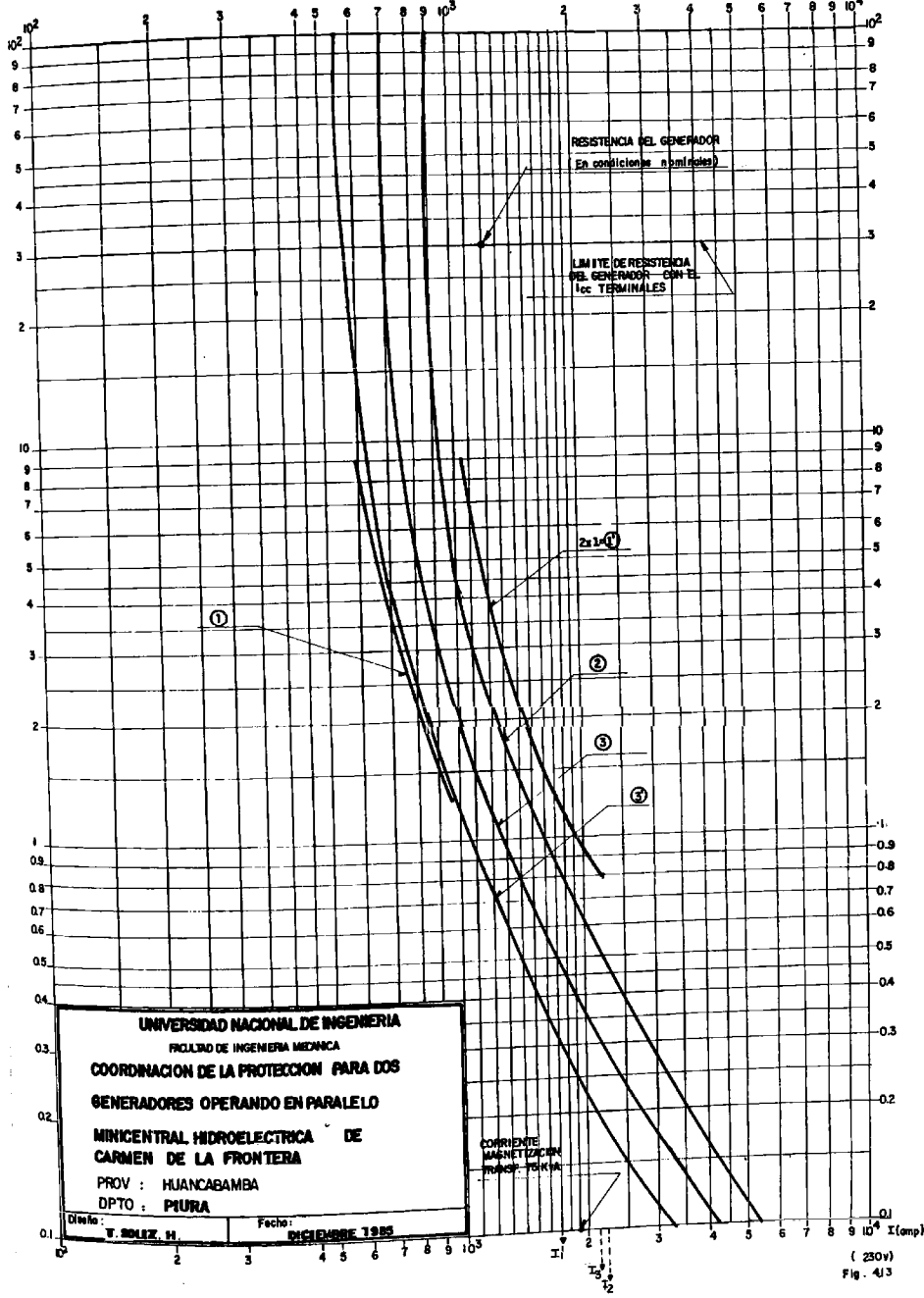
Tomando como base 100 MVA y las tensiones de 230 V y - 10 Kv respectivamente, las nuevas impedancias se muestra en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Impedancias de Secuencia del Sistema Eléctrico Base 100 MVA.

EQUIPO O LINEA	IMPEDANCIA DE SECUENCIAS (%/MVA)		
	POSITIVA	NEGATIVA	CERO
- Generador G1 y G2 (93.75 KVA/Unid.)	66.13 + J 422.66	66.13 + J 422.66	6.4 + J 64
- Transformador de salida TS (187.5 KVA)	7.0 + J 18.7	7 + J 18.7	7.0 + J 14.96
- Línea 1 (0.40 Km.)			
Temperatura 20°C	0.468 + J 0.178	0.468 + J 0.178	0.538 + J 0.508
Temperatura 80°C	0.578 + J 0.178	0.578 + J 0.178	0.646 + J 0.508
- Línea 2 (1.1 Km.)			
Temperatura 20°C	1.287 + J 0.501	1.287 + J 0.501	1.48 + J 1.415
Temperatura 80°C	1.58 + J 0.501	1.58 + J 0.501	1.77 + J 1.415



Los resultados de las corrientes de falla máxima y mínima se muestra en la Tabla 4.11.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
 COORDINACION DE LA PROTECCION PARA DOS
 GENERADORES OPERANDO EN PARALELO

MINICENTRAL HIDROELECTRICA DE
 CARMEN DE LA FRONTERA
 PROV : HUANCABAMBA
 DPTO : PIURA

Diseño: T. SOLIZ, H.

Fecha: DICIEMBRE 1985

(230v)
 Fig. 413

Tabla 4.11 Corrientes de Falla y de Carga del Sistema

Punto	Falla	Trifásica (amp)	Doble Línea (amp)	Doble Línea a Tierra (amp)	Simple Línea a Tierra (amp)	I carga (230 V/10 KV) (amp.)	Elemento de Protección.
1 (230V)		max.	534.18	—	—	235	Relé
		min.	496.40				
1' (230V)		máx.	1070.2	—	—	470	Relé
		min.	992.9				
2 (10 KV)		máx.	22.60	41.60	37.90	470 / 10.8	Fusible
		min.	19.50	34.80	32.74		
3 (10 KV)		máx.	22.60	41.60	37.90	345 / 7.9	Fusible
		min.	19.50	34.20	32.74		
3' (10 KV)		máx.	22.50	41.50	37.80	220 / 4.9	Fusible
		min.	19.40	33.80	32.50		
3'' (10 KV)		máx.	22.50	41.50	37.80	125/ 2.9	Fusible
		min.	19.40	33.80	32.50		
4 (10 KV)		máx.	22.50	41.50	37.90	125/ 2.9	Fusible
		min.	19.50	33.80	32.50		
4' (10 KV)		máx.	22.30	40.70	32.50	125/ 2.9	Fusible
		min.	19.30	33.12	32.30		

b2) Cálculo de la corriente de falla reflejada

Para el análisis y coordinación de la protección básicamente en la Sub-Estación de Salida, requerimos calcular la corriente de cortocircuito reflejada al nivel 230 V. Para ello se desplaza 30° la fase de las corrientes de secuencia (conexión Δ - Y del Transformador de Salida).

Los resultados se muestran en la tabla 4.12. A esta corriente le adicionamos la corriente de carga para realizar la coordinación de la protección.

Tabla 4.12 Corriente de falla máxima reflejado al nivel 230

Punto	Falla Trifásica (amp)	Doble Línea (amp)	Doble Línea a Tierra (amp)	Simple Línea a Tierra (amp)
1'	1233.9	1070.2	—	—
2	1134.9	1134.8	1134.8	953.0
3'	1134.3	1133.5	1133.5	949.0
4'	1131.3	1131.5	1131.5	945.0

La coordinación se muestra en la figura 4.12

c) Selección de los Interruptores y Dispositivos de protecciónc1) Interruptores

La operación muy frecuente del interruptor obliga a que sea resistente a la maniobrabilidad y sea compacta.

El interruptor debe soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos de la corriente de cortocircuito y se fabricará en caja moldeada según Normas CEI-157. Internamente llevará cámara de extinción de arco y dispositivo de disparo a distancia.

De los catálogos del fabricante seleccionamos de las siguientes características :

Descripción	Unid.	Circuito del Generador	Circuito Totalizador
Fases	-	3	3
Tensión	V	600	600
Corriente Nominal	Amp.	250	500
Frecuencia	Hz.	60	60
Capacidad de ruptura - (Mín. a 230 V).	KA	10	10
Accionamiento	Manual y automático a distancia		

c2) Selección de los relés

Relé de Máxima Intensidad

El relé de máxima intensidad será del tipo electromagnético o estático de característica extremadamente inversa de manera que coordina con fusibles y debe reunir las siguientes condiciones :

- Debe reaccionar con seguridad ante la mínima intensidad de cortocircuito y corriente reflejado del punto de falla respectivo.
- Debe asegurar el disparo selectivo con respecto del dispositivo de protección del lado de media tensión.
- Deberá ser regulado de tal manera que no accione el interruptor debido a :

a) corriente magnetizante del transformador de salida

b) corriente de cortocircuito en el lado de media tensión

La primera condición se satisface regulando el disparo de 8 a 10 veces de la corriente nominal del transformador a 0.10 seg.

La segunda condición se satisface coordinando la protección con el fusible del lado de media tensión asegurando un margen mínimo de tiempo de 0.20 seg. a la máxima corriente de cortocircuito.

El margen de tiempo óptimo a la máxima corriente de falla se halla de acuerdo a $t' = 0.4 t + 0.1$, donde 't' es el tiempo

po de fusión de corte total del fusible, luego resulta :
 $t' = 0.1$ seg. de donde el tiempo de disparo del relé a máxima corriente de falla será $0.1 + 0.1 = 0.2$ seg. digamos $1 - 0.2 = 0.8$ seg. Este punto es la partida para graficar la curva del relé cuyo resultado se encuentra en la figura 4.13.

Según los cálculos de corrientes de cortocircuito y coordinación de la protección alcanzada, se concluye que el relé no detectará la corriente de falla simple línea a tierra reflejada, lo que hace necesario disponer de un relé de falla a tierra que ubicaremos en neutro del transformador de salida.

La protección contra máxima intensidad se encuentra garantizada dado que los relés de cada unidad funcionan como respaldo al relé del circuito totalizador.

Por otro lado las Normas que precisan el diseño del generador síncrono para plantas hidroeléctricas, obligan que debe ser capaz de resistir, sin dañarse durante 30 seg. la corriente de cortocircuito trifásico en sus terminales cuando opera su potencia nominal y $f_{dp} = 0.80$ y 5% de sobretensión con el campo de excitación fijo.

La regulación de corriente asignada será 125% a fin de garantizar sobrecargas transitorias.

Relé de Sobrecarga

Las máquinas eléctricas tienen sus características de calentamiento (corriente - tiempo) en sobrecarga por lo que el dispositivo que protege debe reflejar la característica de calentamiento que es función de I^2 .

El relé de sobrecarga debe reunir los siguientes requerimientos :

- a) Adecuar la imagen térmica del relé a la de la máquina, de modo que ambas características sean de la misma forma.
- b) Debe ser diseñado de modo que corrija los cambios de temperatura en el lugar de la instalación.
- c) Corregir la relación de transformación

La regulación del relé será 1.25 veces la corriente nominal a

fin de garantizar la capacidad del generador. El relé puede ser del tipo bimetalico o con termocupla alimentando a un amplificador electrónico. La sobrecarga permisible se rige según las Normas MGI-22-3 donde señala :

El generador síncrono será capaz de soportar durante un (01)-minuto la sobrecarga de 50 % de la corriente nominal con el campo fijo a excitación nominal.

Relé de Sobrevoltaje

Sabemos que la ecuación fundamental del generador síncrono,

Sabemos : $E = 4.44 N \phi \times \text{rpm.}$

donde :

Tensión generada (eficaz)	: C
Flujo resultante	: ϕ
Número de espiras	: N
Velocidad angular	: rpm.

El defecto del regulador puede ya no controlar E por lo que se incrementa ϕ y la tensión se eleva a valores no permisibles.

El relé de sobrevoltaje que permite un máximo de tensión será del tipo instantáneo regulado de 1.30 a 1.40 veces la tensión nominal a la frecuencia nominal con retardo 10 %.

Relé de Potencia Inversa

El cortocircuito entre espiras se refleja en el desequilibrio de tensiones generado, del mismo modo el desbalance de cargas origina componentes de secuencia negativa y cero. La corriente de secuencia negativa induce en el rotor corriente de doble frecuencia que producen calentamiento según $I_2^2 t = K$.

Los generadores se diseñan de tal manera soporten hasta un valor determinado de la componente de la secuencia negativa. Para generadores de rotor redondo y polo saliente es 15 % y 20 % de la corriente de la componente de secuencia positiva respectivamente.

Las características de calentamiento de un generador sin -

crono refrigerado con aire debido a corriente de secuencia negativa se muestra en la figura 4.14.

El relé de potencia inversa se selecciona en base a dicha curva.

La regulación del relé será 20 β y retardo de 10 segundos en el disparo.

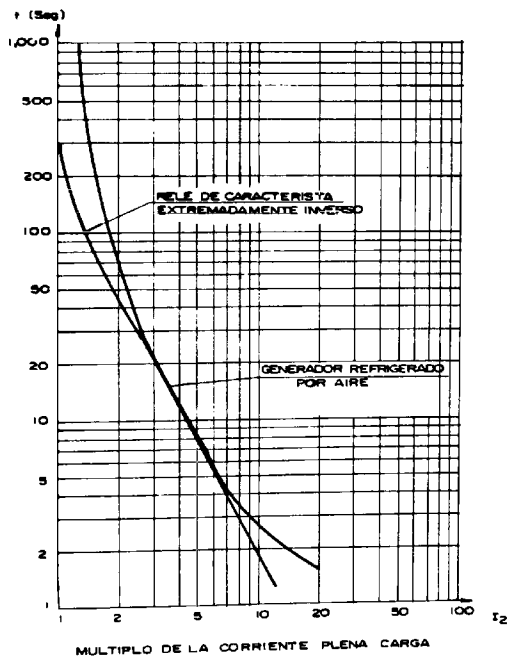


Fig. 4.14 Protección por relé de Potencia Inversa

Relé de Mínima Frecuencia

Es necesaria la protección contra mínima frecuencia por dos razones, primero evitar el funcionamiento de la unidad fuera de sincronismo y segundo al disminuir la velocidad la amplitud, la tensión de excitación crece después de un cortoperíodo que se suma al de tensión de referencia del circuito de control, como consecuencia disminuye la corriente de excitación necesaria, en este sentido los fabricantes de generadores sin escobillas con excitación estática recomiendan 80 % de velocidad mínima permisible.

La regulación a aplicar será 85 % de la velocidad nominal con retardo de 5 seg., en el disparo del interruptor principal.

Relé de Sobrevelocidad

Dado que la válvula de ingreso a la turbina es de operación manual, el relé de sobrevelocidad se destina para accionar un interruptor principal y el dispositivo de orden de cierre en el regulador de velocidad para el cierre del distribuidor.

La regulación se basa en los cálculos del sistema de regulación de velocidad realizado en el numeral 7.0 donde se precisa que la velocidad transitoria alcance 20 % de la velocidad nominal, y del mismo modo las Normas NEMA MGI-22-4 establecen que los generadores para grupos hidroeléctricos serán fabricados de tal modo que resistan en cualquier emergencia el 25 % de sobrevelocidad.

El relé de sobrevelocidad será del tipo electromagnético ó estático regulado a 120 % de la velocidad nominal con tiempo de retardo de 5 a 10 seg.

Relé de Máxima intensidad del Circuito de Excitación

Una falla en el devanado de campo obliga a que el regulador de tensión incremente la corriente de excitación por consiguiente calentamiento del devanado de campo, en este sentido se instalará un relé en el circuito de excitación regulado

a 110 % en corriente y retardo de 5 a 10 segundos a fin de -
 permitir soportar fallas del circuito a.c.

c3) Selección de los transformadores de intensidad

Dispositivo de protección

El consumo de los circuitos amperimétricos de los dispositi-
 vos de protección se resume :

Dispositivo Protección	Consumo	fdp
Máxima intensidad	8	0.50
Sobrecarga	15	0.50
Potencia inversa	12	0.50
Conductores	5	0.90
TOTAL	40	0.67

El factor límite de precisión o capacidad de sobreinten-
 sidad adoptado será 5 P

De acuerdo a las Normas CEI se selecciona el transforma-
 dor de intensidad.

Clase	3
Capacidad	40 VA
Relación	250/5
fdp	0.67

4.7.4 Sub-estación de Salida

El diseño de la subestación comprende análisis - de alternativas y selección de equipos y aparatos, - finalmente el dimensionamiento de la instalación.

Para minicentrales con la finalidad de reducir - costos de capital, manioobra conveniente, generalmen - te se ubica dentro de la casa de máquinas, por esta razón se prefiere subestaciones compactas instala - das en celdas.

a) Nivel de Tensión

El el numeral 7.1 se ha mostrado varios nive - les de tensión que se utilizan en el norte del - país. La selección se basa en las siguientes con - sideraciones :

- a1) Crecimiento de la demanda
- a2) Posible futura interconexión
- a3) Uso de nivel de tensión normalizado
- a4) Caída de tensión permisible
- a5) Análisis técnico - económico

Las dos primeras no presentan ningún inconve - niente. Con respecto a la tercera como análisis - preliminar tomamos como referencia la Norma DGE - 009 TD-2/1982.

"Normas de tensiones de distribución primaria y - secundaria".

Para las dos últimas consideraciones realiza - remos el análisis técnico - económico, para ten - siones usadas en el norte del país que son 4.8 y 10 Kv.

Sabemos que la caída de tensión de un sistema trifásico está dado por :

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot P \cdot L}{56 \cdot s}$$

donde :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} V}$$

s = Sección del conductor

Esta relación muestra que para la misma caída de tensión y flujo de potencia activa, la sección del conductor es menor para el nivel mayor de tensión y por consiguiente menor costo.

A continuación realizamos la comparación de costos de la línea de media tensión para una longitud de un kilómetro.

Tabla 4.13 Comparación de Costos para dos Niveles de Tensión a Julio 1986 en Intis.

Elemento	10 Kv.		4.8 Kv.	
	Tipo	Costo	Tipo	Costo
Postes	11 mt. C.A.C.	27,290	11 mt. C.A.C.	29,170
Conductores	6 AWG	21,810	2 AWG	50,710
Aisladores	Clase 52-3	6,300	Clase 52-5	4,510
Accesorios	15 %	8,310	15 %	12,703
TOTAL		I/. 63,710		I/. 97,393

En conclusión, se usará el nivel de tensión de - 10 Kv en sistema aterrizado por las siguientes - razones :

1. De la comparación es la tensión más económica
2. Se encuentra normalizado teniendo como referencia las normas DGE-MEM.
3. El sistema aterrizado se presta para alimentar cargas alejadas con el sistema de retorno total por tierra.
4. Limitar las sobretensiones transitorias a un nivel confiable.
5. Fallas a tierra serán detectadas por el relé correspondiente en el neutro.

b) Análisis de alternativas de disposición

De acuerdo a la demanda proyectada y suministro comercial de transformadores se analiza dos alternativas propuestas, para esto se tiene en consideración :

- Se instalará transformador trifásico
- El sistema de distribución es del tipo radial

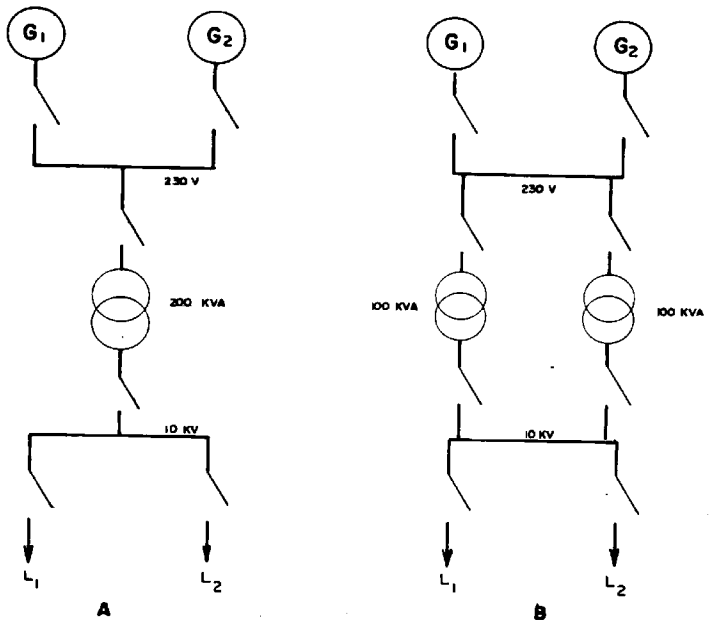


Fig. 4.5 Alternativa de la Subestación de Salida

- El costo de equipamiento de la alternativa A es más bajo que el de la alternativa B.
- La alternativa A es menos flexible comparada con la alternativa B dado que en el caso de falla del transformador no permite el suministro parcial de energía.
- Es conveniente que la subestación sea de una sola unidad, rápida en montaje y mantenimiento fácil, condición que mejor reúne la alternativa A.
- El sistema de protección de la alternativa B es más complicado y costoso.

c) Diseño de la Subestación de Salida

El diseño de la subestación comprenderá el dimensionamiento de las celdas y selección de los equipos y aparatos.

c1) Cálculos electromecánicos de barras

Se consideran barras de cobre de sección circular con una capacidad de 200 amp. soportado por aisladoras portabarra.

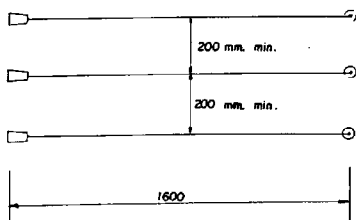
La separación mínima calculemos según :

$$\text{Dist. mínima} = 10 \text{ cm} + 1 \text{ cm/Kv.}$$

Para 10 Kv.

$$\text{Dist. mínima} = 10 + 1 \times 10 = 20 \text{ cm.}$$

De acuerdo al ancho de la celda del transformador los puntos de apoyo máximo miden - 1,600 mm.



El esfuerzo electrodinámico debido a la corriente de falla se satisface según :

$$F = 2.04 \frac{I^2}{d} \text{ asim Kg/mt.}$$

donde :

d = distancia entre barras

En el presente estudio debido a la baja corriente de cortocircuito no se presenta los

efectos térmicos y mecánicos que pueden dañar el sistema de barras.

La tabla 4.14 muestra para algunos diámetros las características de barras circulares normalizadas

Tabla 4.14 Características de Barras Normalizadas.

Diámetro Nominal (mm.)	Sección Nominal (mm. ²)	Peso (Kg/mt)	Intensidad de Corriente (amp.)
5	19.6	0.175	85
8	50.3	0.447	159
10	78.5	0.675	213

Para el presente estudio no habría inconveniente en utilizar barra de 8 o 10 mm ϕ .

Para el diámetro de 8 mm se comprueba el efecto de resonancia.

La frecuencia de oscilación mecánica propia de la barra circular se calcula según -

$$f_n = \frac{112}{L^2} \sqrt{\frac{E \cdot J}{G}}$$

donde : para el cobre se tiene,

Módulo de elasticidad $E = 1.25 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

Momento de inercia $J = 0.050 d^4$

Peso por unidad de -

longitud en Kg/mt. G

Longitud entre apoyos $L = 0.160 \text{ mt.}$

reemplazando :

$$f_n = 104.6 \text{ Hz}$$

La frecuencia eléctrica es 60 Hz., por lo que se recomienda que : f_n no debe estar dentro del intervalo :

(0.9 a 1.1) fe ó (0.9 a 1.1) 2 fe

c2) Cálculo de la regulación del relé de falla a Tierra

Dado que el sistema de media tensión a usar es del tipo aterrizado es necesario proteger contra falla a tierra, del mismo modo protegerá a los grupos hidroeléctricos contra la falla a tierra reflejada a la baja tensión debido a que los relés de máxima intensidad de respaldo no detectarán tal falla, esto ha sido mostrado en el estudio de coordinación de la protección, figura 4.03.

La corriente de falla a tierra generalmente es baja lo que obliga a instalar el relé de característica muy sensible, es decir bajo rango de regulación, como consecuencia es necesario realizar la regulación efectiva del sistema de protección.

A fin de garantizar la protección del esquema propuesto y calcular la regulación efectiva partimos de las siguientes consideraciones :

1. Se utiliza un relé de falla a tierra de buena sensibilidad :

Tipo : Electromagnético o estático.

Rango de Regulación : 5 a 20 %

Consumo de Regulación : 1 VA

2. El relé es alimentado mediante un transformador de intensidad común, instalado en el neutro del lado de A.T. del transformador-elevador.

. Relación : 50/5

. Impedancia secundaria : 0.045 ohm

. Tensión límite en el codo

(CEI). : 10 Volt.

3. El conductor de conexión de transformador de intensidad al relé es de :

- . Material : Cobre electrolítico
- . Sección : 2.5 mm^2
- . Consumo a 5 amp. : $0.18 \text{ VA/mt. (ida y vuelta)}$.
- . Longitud de conexión. : 8 mts.

De donde hallamos la impedancia de 0.057-ohm .

4. El circuito equivalente del sistema de protección se muestra en la figura 4.16.

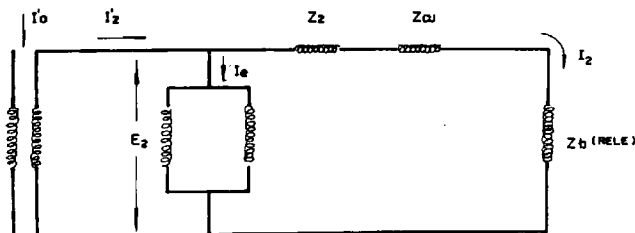


Fig. 4.16 Circuito equivalente del sistema protección para falla simple línea a tierra.

donde :

- . Impedancia del Transformador de intensidad. : Z_2
- . Impedancia del circuito de conexión al relé. : Z_{cu}
- . Impedancia del relé de falla a tierra en regulación. : Z_b
- . Tensión de excitación del transformador de intensidad. : E_2

RELACION ESPIRAS RESISTENCIA SECUN- SECUN DARIA		
		Ω
100.5	20	0.085
50.5	10	0.045

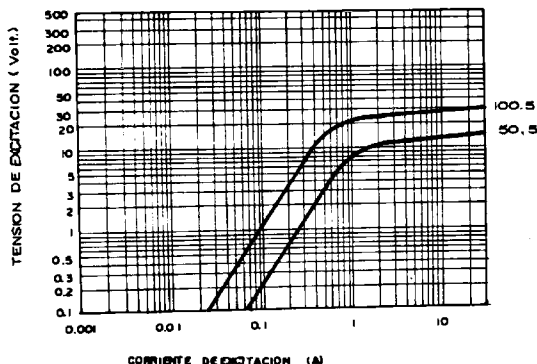


fig. 4.17 Características de excitación del Transformador de intensidad

El análisis de la protección se muestra a continuación :

- De la tabla 4.14, obtenemos la corriente mínima de falla a tierra que alcanza a **32.7 amp.** Debido a factores de la resistencia para la corriente de secuencia cero y máxima condición de operación del sistema eléctrico, según la experiencia se recomienda que la regulación efectiva en corriente no debe exceder el 30 % de la mínima corriente de falla a tierra. Asumiendo una regulación del relé en 5 % esto es

0.25 amp. la tensión alcanza $1/0.25 = 4$ volts., utilizando la curva de excitación del transformador de intensidad, figura 4.17, obtenemos $I_e = 0.50$ amp., luego la corriente de regulación es $0.25 + 0.50 = 0.75$ amp., este valor podemos incrementarlo dado que el 30 % señalado es 0.98 amp.

Para una regulación de 10 %, esto es 0.50 amp., la tensión de excitación es 2 volt., según gráfico :
 $I_e = 0.39$ amp. en consecuencia $I_2' = 0.89$ amp. valor aceptable.

2. Bajo condiciones de falla $Z_b = 1/0.50^2 = 4$ ohms, del circuito equivalente :

$$E_2 = 13.4 - 4.1 I_e \quad I$$

y según el gráfico, figura 4.17

$$E_2 = f(I_e) \quad II$$

resolviendo gráficamente obtenemos :

$$I_e = 1.15 \text{ amp.}$$

$$E_2 = 7.25 \text{ Volt.}$$

Se observa que la tensión de excitación no supera la tensión límite permisible de 10 volts.

3. En lo que respecta al tiempo de disparo, este debe ser prolongado de 1.0 a 1.5 seg. a fin de evitar disparo innecesario debido a fuga transitoria de corriente a falla a tierra.

En conclusión :

La regulación preliminar del relé de falla a tierra - propuesto será 0.50 amp. con retardo de 1.2 seg. y una corriente de disparo instantáneo de 4 amp., la regulación definitiva se realizará con pruebas en obra.

c3) Dimensionamiento de las celdas

Las celdas serán hechas de muros de ladrillo soga revestido, el espesor del muro 15 cms. y una altura de -

2.60 mts, llevarán puerta hecha de malla de alambre Nº 8 con cocada 1".

Los soportes de los equipos de maniobra y protección descansarán sobre perfiles estructurales de Fe.Ga. de 2" x 2" x 1/4" o de Fe con proceso de arenado y pintado con dos capas de pintura tipo expóxico.

1. Celda de Transformador

- Ancho de la celda
 - . Dimensión del transformador 1,200 m.m
 - . Espacio entre el transformador y paredes 2 x 200 mm. 400 m.m
 - 1,600 m.m
 - Profundidad
 - . Dimensión del transformador 900 m.m
 - . Espacio adicional 1,200 m.m
 - 2,100 m.m
 - Altura de la celda
 - . La altura de la celda 2,600 m.m
- En esta celda podrá instalarse transformador 3 ø de hasta 250 Kva.

2. Celda del equipo de maniobra

- Ancho de la celda
 - . Ancho del equipo de maniobra (separación entre fases seccionador) 500 m.m
 - . Espacio adicional 2 x 250 500 m.m
 - 1,000 m.m
- Profundidad
 - . Profundidad del equipo de maniobra mas proyección de la cabeza terminal. 500 m.m
 - . Espacio para instalación de para rrayos. 400 m.m
 - . Espacio adicional 1,200 m.m
 - 2,100 m.m

- Altura

. Altura de la celda 2,600 m.m.

c4) Selección de los aparatos de maniobra y protección del lado de media Tensión

1. Interruptor

Con la finalidad de reducir costos de capital debido principalmente a que nuestro sistema es pequeño en el lado de Media Tensión se instalará seccionador fusible tripolar de accionamiento manual mediante pértiga. El equipo debe cumplir las condiciones de ensayo según CBI 71-1, 1971. Luego para el nivel de tensión seleccionado las características principales del seccionador-fusible.

Tensión 12 Kv.

Corriente nominal 100 amp. min.

Poder de cierre 50 KA.

2. Dispositivos de protección

- Fusibles

Los fusibles serán del tipo limitador y deberá reunir las siguientes consideraciones :

- . Asegurar un disparo selectivo con respecto a los relés de protección del lado de baja tensión. Este requisito se cumple coordinando la protección tal como se demostró en el numeral 7.3. Es preciso señalar que para este efecto las características del fusible de media tensión se afecta por 10/230 en corriente.
- . Asegurar un disparo selectivo con respecto a los fusibles del sistema de distribución. Se obtiene este requisito con el análisis similar al punto anterior.

- . El fusible debe ser capaz de conducir continuamente 12 amp. y limitar la corriente de falla.

- Relé de Falla a Tierra

Para la falla a tierra se instalará un relé de falla a tierra en el neutro del transformador de salida.

El relé debe cumplir las siguientes consideraciones :

- . Alta sensibilidad a la corriente de falla a tierra con características de tiempo inverso regulable.
- . Bajo consumo en el rango de regulación de corriente.
- . Permitir baja regulación de corriente
- . El relé debe operar a la energización de ~~un~~ transformador de intensidad convencional.
- . El tiempo de retardo será regulable no mayor 1.5 seg.

Características :

Tipo	: Electromagnético o estático.
Frecuencia	: 60 Hz.
Entrada	: 5 amp.
Consumo en regulación	: menor 1 VA
Consumo a corriente nominal.	: menor 2.5 VA
Rango de regulación	: 2 a 20 %
Disparo instantáneo	: regulable
Retardo	: 10 a 15 seg. regulable.
Salida	: simple conmutación
Reposición	: manual
Operaciones	: 10 ⁶

- Transformador de intensidad

El transformador de corriente debe reunir las siguientes consideraciones :

- . Baja corriente de excitación
- . Suministrado para sistema 10 Kv aterrizado.
- . Relación de transformación 50 + 5
- . En el codo la variación de 50 % de la corriente de excitación debe ocasionar una variación de 30 % en tensión de excitación.

- Selección del Pararrayos

Para la protección de sobretensiones principalmente de origen atmosférico se instalará pararrayos tipo autoválvula. La selección la realizamos en base a las características del sistema y coordinación del aislamiento.

1) Por la tensión nominal y puesta a Tierra del sistema

Para sistemas aterrizados, como es el nuestro las Normas ANSI C57.12.00-1973 y C62.2-1969 establece que la Tensión nominal del pararrayos debe ser al menos 25 % más alto de la tensión nominal fase neutro del sistema y del mismo modo no debe ser menor que la tensión nominal fase a fase, luego para el presente estudio :

Tensión Nominal (Kv)	Tensión Máx. Eficaz (Kv)	Tensión Nominal del Pararrayos	
		Sistema aislado (Kv)	Sistema aterrizado . (Kv)
10	11	11.5	9

ii) Por la importancia del sistema a proteger.

El grado de protección de los pararrayos se clasifica en clase estación, clase intermedia y clase distribución.

La selección de la clase de pararrayos está supeditada al costo e importancia del sistema a proteger, en ese sentido para nuestro sistema es suficiente usar clase distribución o intermedia.

iii) Por la altitud de la instalación

Dado que los pararrayos a suministrarse serán instalados a una altitud superior a 1000 m.s.n.m es necesario corregir los niveles de aislamiento tal como se señala en el numeral 7.1. Luego el pararrayos debe tener una tensión nominal $9/0.82 = 11$ Kv., siempre y cuando el ensayo se realiza en laboratorio a menos de 1000 mts.

iv) Por la coordinación del aislamiento

En la tabla 4.15 se muestra los niveles de aislamiento según CEI obtenido de la tabla 4.8

Tabla 4.15 Nivel de Aislamiento Normalizado

Tensión Nominal del Sistema	10 Kv
. Tensión máxima del sistema :	11 Kv.
. Tensión de impulso 1.2 x 50 μ s.	: 60 Kv ⁺ (pico) : 75 Kv (pico)
. Tensión de ensayo 60 Hz, 1 min.	: 28 Kv
. Clase de aislamiento	: 12 Kv

+ Sistema aterrizado.

La Tabla 4.16 proporciona los niveles de aislamien-to del equipo a proteger.

Tabla 4.16 Nivel de aislamiento del equipo

Nivel de Tensiones	Unid.	Transf.	Seccionador
.Clase de aislamiento	Kv	12	12
.Tensión de impulso <u>no</u> minal soportable por el equipo.	Kv (pico)	25	75
.Tensión de ensayo a - 60 Hz 1 min.	Kv	28	
.Tensión de impulso - standard.	Kv (pico)	85	

De catálogos de fabricantes las características de los pararrayos de 9 Kv. se muestra en la siguiente-
tabla 4.17.

Tabla 4.17 Características Eléctricas del Pararrayo

Tensión Nominal del Pararrayos	9 KV
.Tensión de impulso nominal sopor- table a 1 x 50 μ seg.	Kv (pico) 75
.Tensión descarga a 5 KA 8 x 20 μ seg.	Kv 32.5 10 KA Kv 35
. Tensión de frente de onda - normalizado.	Kv (pico) 32.5

Los márgenes de protección para la coordinación-
efectiva se calculan según las siguientes relacio-
nes :

$$MP1 = \frac{\text{Tensión de impulso nominal del equipo con } 1 \times 50 \mu \text{ seg.}}{\text{Tensión de descarga del para- rayos a la corriente de descar- ga seleccionada} + VC.} - 1$$

$$MP2 = \frac{\text{Tensión del frente onda cortada del equipo}}{\text{Tensión del frente onda arco del pararrayos}} = 1$$

donde : para el presente estudio :

- Según ANSI C 62.2 - 1969 MP1 y MP2 debe ser mayor de 25 %.
- La corriente de descarga asumimos 5 KA, para la al titud del proyecto.
- V_c es la tensión adicional debido a la longitud del conductor de conexión del pararrayos al equipo

$$V_c = K \cdot L$$

$$K = 5.2 \text{ a } 6.5 \text{ Kv/mt y } L = 2.25 \text{ mts.}$$

- Tiempo máximo de la coordinación de aislamiento será menor de 3μ seg. a fin de evitar daños en el equipo según ANSI C 62.2.

reemplazando para $K = 5.12$

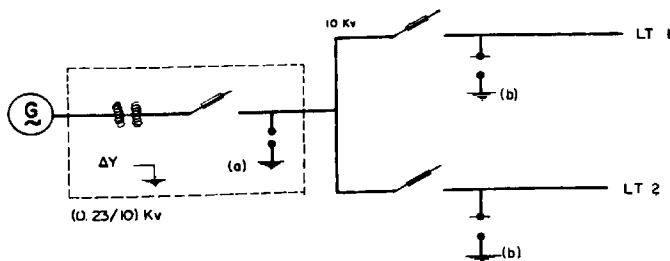
$$MPI = 0.69 \rightarrow 69 \% > 25 \%$$

$$MP2 = 1.25 \rightarrow 125 \% > 25 \%$$

conclusión :

El pararrayos seleccionado de 9 Kv clase Distribución es correcto.

En la figura 4.18 se propone la ubicación de los pararrayos para el circuito del presente proyecto.



(b) opcional

Fig. 4.18 Ubicación de los pararrayos

c5) Cálculo de la puesta a Tierra- Generalidades

Del estudio preliminar del suelo, según numeral 1.4 la zona es predominantemente Limo-Arcilloso plástico y turboso con permanencia de cierta cantidad variable de agua, lo que indica que la temperatura y humedad influirá en la resistividad del terreno. La tabla 4.18 es una clasificación de resistividades.

Tabla 4.18 Resistividad de algunos terrenos.

Tipo de terreno	ρ (ohm - mt)
Vegetal húmedo	10 - 50
Arcillas, gravas y limos	20 - 60
Arena arcillosa	70 - 200
Fango turbos	150 - 300

Para el presente proyecto se espera que en época seca la resistividad alcance 100 ohm-mt.

Deberá medirse en obra, si es necesario mejorar con algún aditivo o tratamiento químico.

- Premisas del cálculo

Se ha previsto utilizar malla de cobre según figura 4.19 a la cual se le unirán varillas hincadas verticalmente.

Es preciso obtener valores de resistencia de puesta a tierra menores a las requeridas para la descarga del pararrayos, del mismo modo alcanzar valores admisibles de tensión de toque y de paso debido a la máxima corriente de falla a tierra en el nivel de media tensión.

- 1) Limitación debido a la corriente de descarga del pararrayos.

La intensidad de descarga del pararrayos es 5 KA y la tensión de perforación del aislante -

donde en la línea es 115 KV, luego la máxima-resistencia admisible se calcula según :

$$R = \frac{\text{Tensión Perforación}}{3 \times \text{Int. descarga}}$$

$$R = \frac{115}{3 \times 5} = 7.8 \text{ ohm} = 8 \text{ ohm}$$

- ii) Limitación debido a la tensión de toque y - paso según recomendaciones de IEEE Std. 80-1976 y 142-1982 la tensión de puesta a tierra no debe superar el nivel mínimo de tensión existente en la subestación, por lo - tanto nos limitamos a 230 volt. Del mismo - una tensión de puesta a tierra menor 125 - volts. se considera aceptable de lo contra-rio se reforzará la resistencia superficial dentro de la subestación.

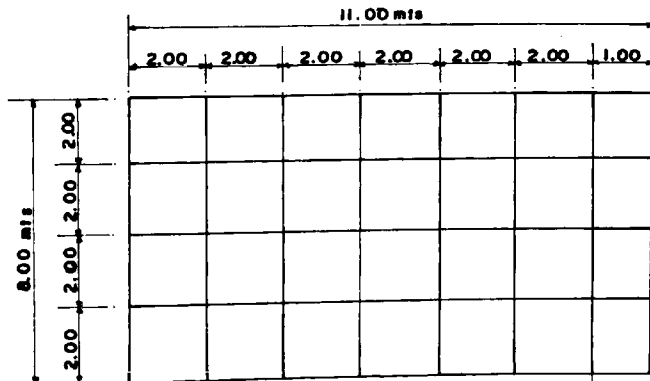


Fig. 4.19 Malla de Puesta a Tierra.

- Cálculos

Para el cálculo de la resistencia de ate-

rrizamiento utilizamos la fórmula simplificada de Schwarz

$$R_t = \frac{\rho}{L} + 0.44 \frac{\rho}{\sqrt{L_1 \times L_2}}$$

donde :

Resistividad del terreno	$\rho = 100$ ohm-mt.
Longitudes : Lado mayor	$L_1 = 11$ mts.
Lado menor	$L_2 = 8$ mts.
Total malla	
$11 \times 5 + 8 \times 7$	$L = 111$ mts.

Diámetro del conductor	$d = 15 \times 10^{-3}$ mt
Profundidad de entierro	$h = 0.60$ mts
Espaciamiento entre barras	$e = 2.00$ mts

Luego : $R_t = 5.60$ ohm ≤ 8 ohm.

Este valor satisface los requerimientos para - descargas atmosféricas.

La tensión de puesta a tierra se calcula para la corriente máxima de falla a tierra.

$$V_o = 5.6 \times 37.9$$

$$V_o = 212.2 \text{ Volts} \leq 230 \text{ Volts.}$$

Dado que es mayor de 125 Volts. reforzaremos la superficie con una capa de ripio lavado ($e = 5$ cm).

Para el cálculo de la tensión de toque y de paso usaremos las siguientes relaciones :

$$\text{Toque } V_t = K_m \cdot K_i \cdot \frac{\rho}{L} \cdot I_f$$

$$\text{Paso } V_p = K_s \cdot K_i \cdot \frac{\rho}{L} \cdot I_f$$

donde :

$$K_m = \frac{1}{\pi} P_n \frac{e}{16 h d} + \frac{1}{\pi} \ln \left(\frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \dots \frac{2n-3}{2n-2} \right)$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \frac{1}{h-1} \right) \right)$$

$$K_i = 0.65 + 0.172.n$$

n : número de barras en sentido lado mayor
luego :

$$V_t = 17.45 \text{ Volt.}$$

$$V_p = 39.14 \text{ Volts.}$$

En conclusión :

- . Valores permisibles para personas y animales.
- . Nos permite regular el tiempo de disparo del relé de falla a tierra supeditado a la resistencia del generador.

4.8 Línea Primaria

4.8.1 Cálculos Eléctricos

a) Distancias mínimas entre conductores

La distancia mínima de seguridad se evalúa por :

$$D = 0.0076 \cdot KV + 0.25 \sqrt{f - 0.60}$$

donde :

$$\text{Flecha máxima} \quad f = 2.56 \text{ mts.}$$

$$\text{Voltaje nominal} \quad 10 \text{ Kv}$$

reemplazando : D = 0.97 mts digamos 1 mt.

b) Niveles de aislamiento

La línea de transmisión (primaria) se desarrolla en zona rural de sierra, que se caracteriza por presentar neblina en las primeras horas del día; precipitaciones periódicas, fenómenos atmosféricos de manera esporádica, vientos con velocidad máxima de 20 Km/h y altitud 2600 m.s.n.m.

En base a estas consideraciones se establecen los niveles de aislamiento según las prescripciones del Código Nacional de Electricidad Tomo IV.

- b1) Tensión que debe soportar con onda de impulso normalizado 1 - 50 μ seg.
 - Entre conductores y tierra 75 Kv.
 - Entre polos de una misma fase para el seccionador abierto. 85 Kv.
- b2) Tensión que debe soportar por un (01) minuto a la frecuencia nominal.
 - Entre conductores y tierra 35 Kv.
 - Tramo abierto de separación del interruptor 45 Kv.
- b3) Mínima separación en aire puro 1.00 mt.

c) Aisladores

c1) Aislador tipo Pin

Se selecciona el aislador para una altitud de 2600 m.s.n.m., cuya tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio no debe ser menor a :

$$Ve = 2.1 (KV \times fr + 3)$$

donde :

fr : factor de altitud

$$fr = 1 + (H - 1000) \times 10^{-4}$$

luego : Ve = 35 Kv.

Por otro lado la tensión disruptiva en seco no debe ser mayor que el 75 % de su tensión de perforación.

Por lo tanto seleccionamos un aislador tipo Pin clase ANSI 55-5 con las siguientes características :

Tensión disruptiva	En seco	80 Kv.
	Bajo lluvia	45 Kv.
Tensión de perforación		115 Kv.

c2) Aislador de Suspensión

Se calcula el número de aisladores nece-

sario por cadena, para esto partimos de :
Los aisladores a utilizarse serán del tipo suspensión clase ANSI 52-3.

- Tensión nominal del sistema. 10 Kv
- Tensión máxima 12 Kv
- Nivel de aislamiento para sobretensión (BIL) 60 Kv
- Longitud línea de fuga 29.2 mm.
- Altitud de instalación 2600 m.s.n.m.

i) Por sobretensión de maniobra

Se evalúa por :

$$N^{\circ} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_{\text{máx. fm. fr.}} \cdot \frac{1}{E_m}$$

donde :

fm : factor de maniobra

$$fr : 1 + 1.25 (H - 1000) \times 10^{-4}$$

$$fr : 1.2$$

Em : Tensión del aislador frente a la contaminación 22 Kv.

luego :

$$N^{\circ} = 1.3 \text{ significa } 2 \text{ aisladores}$$

ii) Por sobretensión de impulso

$$V_c = V_{\text{imp. fr.}} (1 + 1.3 \sigma)$$

$$V_c = 85.1.2 (1 + 1.3 \frac{6}{100})$$

$$V_c = 109.9 \text{ Kv.}$$

De acuerdo al catálogo de aisladores, este valor es permisible.

d) Distancia entre conductores

Las distancias mínimas adoptadas según cálculos :

- Cuando los circuitos son paralelos. 1.00 mt

- Cuando se cruzan y se instalan en diferentes postes. 1.00 mt

Según el Código Nacional de Electricidad se entiende por terreno todas las áreas elevadas, accesibles al tránsito.

. Cruce de carreteras	7.0 mt
. Cruce de calles y caminos	6.0 mt
. Areas no transitables por vehículos	4.5 mt
. A líneas de telecomunicaciones	1.8 mt

e) Caída de Tensión

De acuerdo a la ubicación de los centros de consumo se dispondrá de dos ramales.

Longitud Línea a Sapalache	0.400 mt
Longitud Línea a Pulún	1.100 mt
Temperatura de operación	20°C
Temperatura máxima	40°C

La evaluación de la resistencia a la temperatura máxima se realiza según :

$$R_{40} = R_{20} (1 + \alpha \Delta T)$$

La corriente nominal :

$$I = \frac{Kw}{\sqrt{3} \cdot Kv \cdot \cos \theta}$$

La caída de tensión

$$\Delta V = \sqrt{3} I L (R \cos \theta + X \sin \theta)$$

donde :

$$X = 0.1736 \log \frac{2 Dm}{0.726 A}$$

Distancia media geométrica en mts : Dm

Diámetro del conductor en mts : A

La impedancia de la línea

$$Z = \sqrt{R_{40}^2 + X^2}$$

Datos :

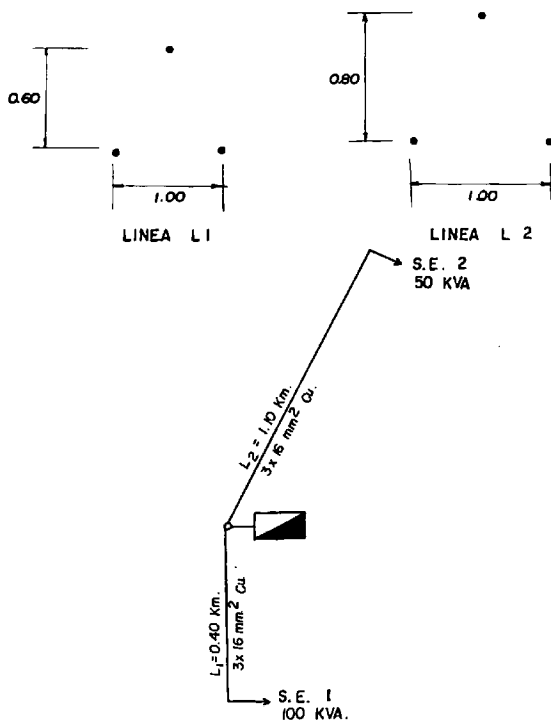
Coefficiente térmico de resistencia $\Delta = 0.00382/^{\circ}\text{C}$

Factor de potencia $\cos \theta = 0.80$

En base a la distancia mínima de conductores y longitud de vanos adoptamos la siguiente disposición :

Línea L1 se desarrolla en zona urbana

Línea L2 se desarrolla en campo rural con topografía semi-accidentada.



Características del conductor de sección 16 mm^2 desnudo, temple duro, cableado 7 hilos.

- Sección nominal mm^2 :16
- Diámetro nominal mm :5.17
- Resistencia a 20°C ohm/Km.:1.17

Reemplazando en forma sucesiva elaboramos la tabla 4.19 donde se contemplan todos los parámetros y la caída de tensión.

Tabla 4.19 Parámetros y caída de tensión Línea

P A R A M E T R O	Unid.	L I N E A	
		L1	L2
Corriente nominal	Amp.	5.77	2.88
Resistencia 40°C	ohm/km	1.26	1.26
D_m	mts.	0.68	0.97
Reactancia	ohm/km	0.445	0.465
Longitud	Km.	0.40	1.1
Impedancia	ohm/km	1.33	1.34
ΔV	Volts.	5.10	7.06

4.8.2 Cálculos Mecánicos

a) Conductores

Los cálculos para el cambio de estado lo haremos, para vanos de 55 a 100 mts. y diferentes temperaturas. Según la zona el Código Nacional de Electricidad establece :

Velocidad del viento = 60 Km/h

Luego la presión del viento es igual

$$= 0.0042 (60)^2$$

$$P_v = 15.12 \text{ Kg/mts}^2$$

Para la red primaria el conductor es de cobre cableado de temple duro de las siguientes características:

Tabla 4.20 Características mecánicas del conducto

Sección nominal	mm ²	16
Diámetro nominal	mm	5.10
Peso	Kg/mt	0.143
Carga de rotura	Kg.	621

Características generales :

Coefficiente de dilatación lineal	$\alpha = 1.7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$
Densidad de material	$\rho = 8.9 \text{ gr/cm}^3$
Módulo de elasticidad	$E = 12,650 \text{ kg/mm}^2$
Coefficiente de seguridad	CS = 3.5
Altura sobre el nivel del mar	= 2,650 mts.

Hipótesis de Cálculo

1ra. Hipótesis (condición de máximo esfuerzo)

Temperatura	$T_1 = -10^{\circ}\text{C}$
Presión del viento	$P_v = 15.12 \text{ kg/mts}^2$

2da. Hipótesis (condiciones de trabajo)

Temperatura 20°C

Sin viento

3ra. Hipótesis (condición de máxima flecha)

Temperatura 40°C

Sin viento

- Línea L1

Para la línea L1 usaremos la fórmula aproximada de la ecuación de cambio de estado, dado que se desarrolla en topografía plana.

La ecuación de estado :

$$\sigma^2 \left[\sigma + \frac{A \cdot a^2 \cdot m^2}{2x} + B (T_1 - T_2) - \sigma_x \right] = Aa^2 m^2$$

x = 1, 2, 3 (condición de hipótesis)

Evaluación de las constantes

$$1) A = \frac{E}{24} \rho^2 \times 10^{-6}$$

$$A = \frac{12,650}{24} \times (8.9)^2 \times 10^{-6}$$

$$A = 0.0417$$

$$ii) B = E$$

$$B = 12,650 \times 1.7 \times 10^{-5}$$

$$B = 0.215$$

El esfuerzo de rotura permisible es :

$$\sigma = \frac{\text{Carga de rotura}}{\text{Sección}}$$

$$\sigma = \frac{621}{16} = 38.8 \text{ Kg/mm}^2$$

El esfuerzo de diseño es :

$$\sigma = \frac{\text{Esfuerzo de rotura}}{CS}$$

$$\sigma_d = \frac{38.8}{3.0} = 12.93 \text{ Kg/mm}^2$$

a) Condición de Máximo esfuerzo

Cálculo del coeficiente sobre carga

La fuerza del viento es :

$$F_v = \frac{P_v \times d}{1000}$$

$$F_v = \frac{15.12 \times 5.10}{1000}$$

$$F_v = 0.077 \text{ Kg/mts.}$$

Luego el coeficiente sobre carga

$$m = \frac{\sqrt{w^2 + F_v^2}}{w}$$

$$m = \frac{\sqrt{(0.143)^2 + (0.077)^2}}{0.143}$$

$$m = 1.136$$

La fuerza resultante sobre el conductor

$$w_r = \sqrt{w^2 + F_v^2}$$

$$w_r = 0.162 \text{ Kg/mts.}$$

En la ecuación de estado :

a1) Condición de máximo esfuerzo

$$12.93^2 \left[12.93 + \frac{0.0417 \times 70^2 \times 1.13^2}{\sigma^2} + 0.215 (-10 - (-40)) - \sigma \right]$$

$$= 0.0417 \times 70^2 \times 1.13^2$$

$$(\sigma - 11.37) = 263.68$$

$$\sigma = 12.93 \text{ Kg/mm}^2$$

La flecha es :

$$f = \frac{1}{8} \times \frac{w \cdot a^2}{x \cdot s}$$

$$f = \frac{1}{8} \times \frac{0.62 \times 70^2}{12.93 \times 16}$$

$$f = 0.47 \text{ mts.}$$

b1) Condiciones de trabajo

$$(\sigma - 5.978) = 204.33$$

$$\sigma = 8.68 \text{ Kg/mm}^2$$

Luego la flecha será

$$f = 0.63 \text{ mts.}$$

c1) Condiciones de máxima flecha

$$\sigma^2 (\sigma - 0.60) = 204.33$$

$$\sigma = 6.1 \text{ Kg/mm}^2$$

Luego la flecha será

$$f = 0.89 \text{ mts.}$$

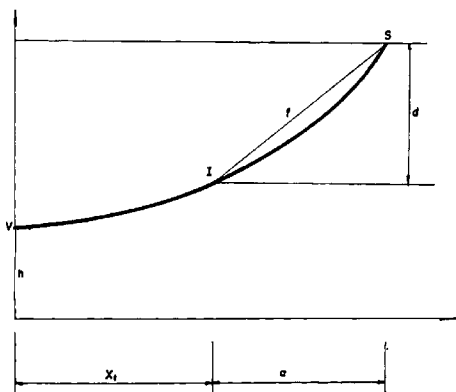
Siguiendo el mismo procedimiento elaboramos el cuadro de templeado para diferentes vanos y temperaturas.

Tabla 4.21 Templado de Conductores la Línea I1.

T ($^{\circ}C$)	a (mt)	55	60	65	70
-10°		12.93	12.93	12.93	12.93
Con viento	σ (kg/mm^2)	0.296	0.352	0.413	0.47
0°		11.12	11.17	11.22	11.27
Con viento	f (mts)	0.344	0.407	0.476	0.55
10°		9.464	9.58	9.69	9.78
Con viento	σ (kg/mm^2)	0.404	0.475	0.551	0.63
15°		8.38	8.49	8.59	8.68
Sin viento	f (mts)	0.403	0.473	0.549	0.63
20°		7.66	7.80	7.93	8.06
Sin viento	σ (kg/mm^2)	0.441	0.515	0.59	0.67
30°		6.42	6.61	6.79	6.97
Sin viento	f (mts)	0.526	0.608	0.695	0.78
40°		5.384	5.684	5.90	6.10
Sin viento	σ (kg/mm^2)	0.627	0.707	0.80	0.89
	f (mts)				

Línea L2

Aquí se tienen presentes los desniveles de los soportes por vano, por lo que se utilizará la ecuación de la catenaria. Los cálculos los realizamos para diferentes niveles y vanos.



Para la condición de la hipótesis N° 1 el máximo esfuerzo en el punto S, vale :

$$\sigma_s = \frac{621}{3 \times 16} = 19.93 \text{ Kg/mm}^2$$

El esfuerzo en el nivel I y su posición se calcula usando las ecuaciones :

$$\sigma_s = \sigma_v \cosh \frac{x_I + A}{h}$$

$$y \quad \sinh \left(\epsilon + \frac{x_I}{h} \right) = \frac{d/h}{\sqrt{\sinh^2 \frac{a}{h} - \left(\cosh \frac{a}{h} - 1 \right)^2}}$$

donde :

$$h = \frac{S \cdot \sigma_r}{w_r}$$

Por otro lado la longitud del conductor y flecha

$$L = h \left(\operatorname{senh} \frac{X_I + a}{h} - \operatorname{senh} \frac{X_I}{h} \right)$$

$$f = h \cosh \frac{X_m}{h} \left(\cosh \frac{a}{2h} - 1 \right), \quad 2 X_m = X_I + X_S$$

Sección del conductor en mm^2 : $S = 16$

Esfuerzo de tracción en Kg/mm^2 : σ v

Fuerza resultante sobre el conductor Kg/mt : $w = 0.143$

Longitud del conductor mt : L

Vano mt : a

Resolviendo por tanteos se obtiene :

$$\sigma_r, X_I, \text{ y } \sigma_I$$

Para otra condición de temperatura se aplica las siguientes ecuaciones :

Longitud final del conductor

$$L_f = L + \alpha L (T_1 - T_2)$$

El nuevo esfuerzo en V se calcula según :

$$v = \frac{h \cdot w}{s}$$

$$\text{donde : } h = \frac{a}{2 Z} \frac{\sqrt{L_f^2 - d^2}}{a} = 1 + \frac{Z^2}{c}$$

Luego usando las ecuaciones I y II se hallan los nuevos valores de : X_I , σ_v y σ_I y f

Los resultados se muestran en la tabla 4.22 (a) y (b).

La plantilla de flecha máxima se muestra en la figura 4.20.

Tabla 4.22 (a) Parámetros del Templado

Parámetro	Unidad	a = 100	a = 80
		d = 50	d = 32
σ_s	Kg/mm ²	12.93	12.93
σ_v	Kg/mm ²	11.33	11.85
χ_I	mt.	488.31	210.76
σ_s	Kg/mm ²	12.42	12.60
L	mt.	111.83	86.17
f	mt.	1.24	1.15

Tabla 4.22 (b) Templado de Conductores de la Línea L2

Parámetro	T(°C) Unidad	a = 100		d = 50		a = 80		d = 32	
		15	40	40	20	20	40	40	
L	mts.	118.88	111.93	111.93	86.21	86.21	86.24	86.24	
h	mts.	673.64	542.59	542.59	646.70	646.70	495.72	495.72	
σ_v	Kg/mm ²	6.02	4.85	4.85	5.78	5.78	4.43	4.43	
X _I	mts.	273.88	210.70	210.70	212.08	212.08	153.16	153.16	
σ_s	Kg/mm ²	6.97	5.66	5.66	6.37	6.37	4.92	4.92	
σ_I	Kg/mm ²	6.52	5.22	5.22	6.09	6.09	4.64	4.64	
f	mts.	2.06	2.50	2.50	1.33	1.33	1.73	1.73	

FIG. 4.20

PLANTILLA DE FLECHA MAXIMA

$a = 100 \text{ mt.}$

$d = 50 \text{ mt.}$

$s = 16 \text{ mm}^2$

Material : Cobre

Escola $H = 1/500$

$V = 1/400$

$f_{\text{max}} = 2.06 \text{ mts. a } 15^\circ\text{C}$

108

104

100

96

92

88

84

80

76

72

68

64

60

5644

273.88

90

80

300

10

20

30

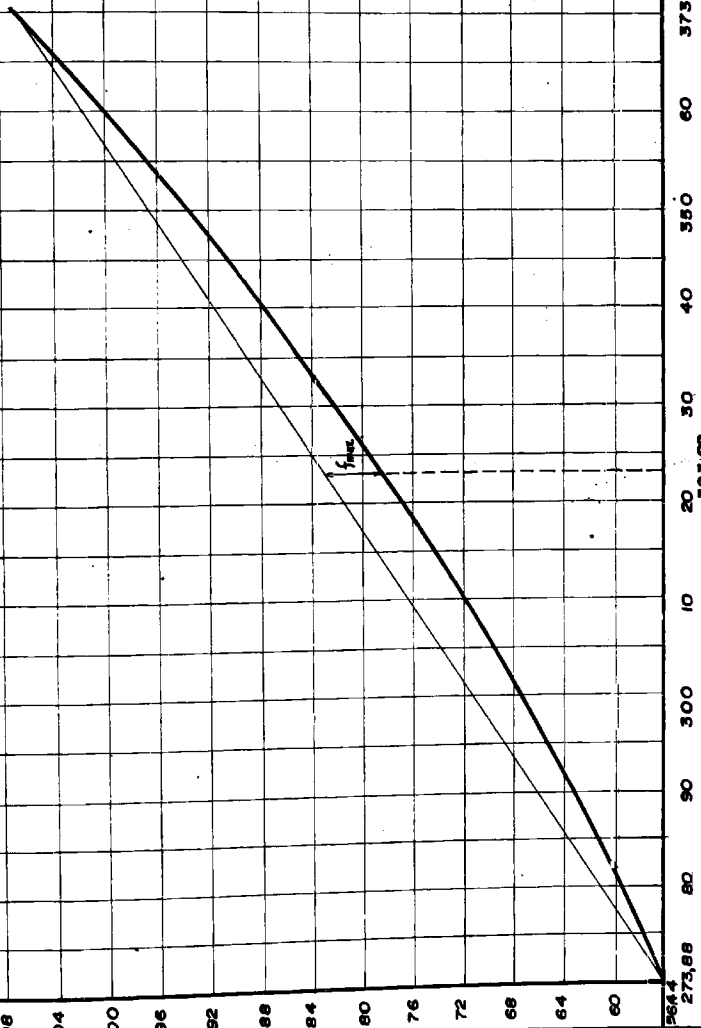
40

50

60

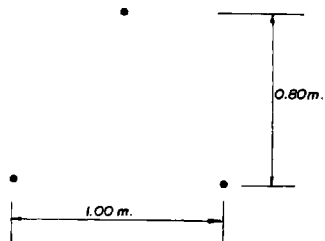
373.88

VANO (mts)



b) Soportesb1) Parámetros de entrada

Se asume los siguientes datos :



Según el CNE Tomo IV y Normas Técnicas DGE - la distancia mínima del conductor al piso - 60 mts., y la distancia mínima de empotramiento se evalúa según :

$$Le = \frac{Hp}{10} + 0.60$$

$$Le = \frac{11}{10} + 0.60$$

$$Le = 1.70 \text{ mts.}$$

Luego la longitud del poste es,

$$\begin{aligned} Hp &= Le + f + H_{min} + h \\ &= 1.70 + 0.80 + 6 + 2.05 \end{aligned}$$

$$Hp = 10.55 \text{ mts.}$$

Se elige postes de 11 mts de longitud.

Del catálogo del proveedor asuminos poste - de C.A.C.

$$do = 285 \text{ mm.}$$

$$dp = 120 \text{ mm.}$$

Cálculo de la superficie expuesta al viento y ubicación de la fuerza del viento.

La conocidad del poste :

$$C = \frac{d_o + d_p}{H_p}$$

El diámetro en la sección de empotramiento

$$d_1 = d_p + C (H_p - L_e)$$

La superficie expuesta al viento

$$S_p = \frac{d_p + d_1}{200} (H_p - L_e)$$

La fuerza del viento está aplicada a una altura "Z" medida desde el nivel del piso

$$Z = \frac{H_p - L_e}{3} \left(\frac{d_1 + 2d_p}{d_1 + d_p} \right)$$

La sección y momento de inercia en la sección de empotramiento son respectivamente

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad I = \frac{\pi d_1^4}{64}$$

Parámetro	Unidad	Cantidad
C	Cm.	1.77
d ₁	Cm.	25.95
S _p	mt ²	1.76
Z	mts.	4.08
S	Cm ²	528.88
I	Cm ⁴	22259.70

b2) Poste De Alineamiento

Evaluación de las fuerzas presentes

1) Fuerzas Transversales (debido al viento)

a) Sobre el poste

$$F_{vp} = P_v \times S_p = 15.12 \times 1.76 = 26.61 \text{Kg}$$

b) Sobre los conductores

$$F_{vc} = P_v \cdot d_c \cdot a = 15.12 \times 5.10 \times 90 = 6.94 \text{Kg}$$

$$F_{va} = 1.70 \text{ Kg.}$$

2) Cargas verticales

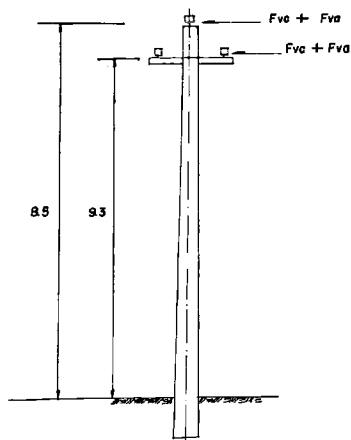
Elemento	Peso (Kg)
Poste	700
Cruceta	35
Peso del aislador y accesorios 3 x 7	21
Conductor 3x0.143x90	38
T O T A L	794.61

3) Fuerzas Longitudinales

Resistencia máxima del conductor 621 Kg.

- Cálculo del momento y fuerza en la punta del poste

Debido a las fuerzas transversales -
Se considera factor de seguridad FS = 2.



Sobre el Conductor

$$M_{vc} = (F_{vc} + F_{va}) \cdot h_1 + 2 (F_{vc} + F_{va}) \cdot h_2$$

$$M_{vc} = 146.88 \text{ Kg} - \text{mt.}$$

Sobre el poste

$$Mvp = Fvp \cdot Z$$

$$Mvp = 108.56 \text{ Kg. Mt.}$$

Luego el momento equivalente

$$Mvp = 146.88 + 108.56$$

$$Mvp = 255.44 \text{ Kg - mt.}$$

De donde obtenemos la fuerza en la punta - del poste, considerando el F.S.

$$Fp = \frac{255.44}{930 - 0.10} \times 2$$

$$Fp = 55.50 \text{ Kg.}$$

Debido a las fuerzas verticales

Sabemos :

$$\sigma_c = \frac{P}{S_1} \left(1 + \frac{K (R_p - I_e)^2 \cdot s_1}{mI} \right)$$

$$K = 1.5 \text{ poste de C.A.C.}$$

$$m = 0.25$$

$$\sigma_c = 20.02 \text{ Kg/cm}^2$$

Luego el momento equivalente

$$Meq = \frac{\sigma_c \cdot d^3}{10}$$

$$Meq = 34.98 \text{ Kg. Mt.}$$

De donde obtenemos la fuerza en la punta - del poste.

$$Fp = 7.6 \text{ Kg.}$$

Debido al momento torsor

Según el C.N.E. se considera

$$\sigma_{01} = 50 \% \sigma_1$$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_c}{C_s} = \frac{621}{1.5 \times 16} = 12.93$$

La fuerza del conductor

$$F_o = 12.93 \times 16 = 206.88 \text{ Kg.}$$

Luego el momento torsor :

$$M_t = 206.88 \times 0.50 = 103.44 \text{ Kg.mt.}$$

Y el momento flector

$$M_f = 206.88 \times 8.5 = 1758.18 \text{ Kg.Mt.}$$

El momento equivalente total

$$M_{eq} = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

$$M_{eq} = 1760.0 \text{ Kg.Mt.}$$

La fuerza equivalente en dirección longitudinal

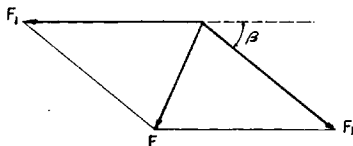
$$F_c = \frac{M_{eq}}{h-0.10}$$

$$F_c = 191.30 \text{ Kg.}$$

En conclusión se selecciona poste C.A.C. de 200 Kg. de carga de trabajo .

b3) Postes para cambio de dirección

Comprobaremos que el máximo ángulo de cambio de dirección del poste de alineamiento es 5°



Del gráfico $F = F_1 \sqrt{2(1 - \cos\beta)}$

Si $\beta = 50^\circ$

$$F = 54.17 \text{ Kg.}$$

El momento flector será :

$$M = 54.17 (9.3 + 2 \times 8.5) = 1424.67 \text{ Kg.Mt.}$$

El momento total

$$M_t = M + M_{vp.}$$

$$Mt = 1424.67 + 255.44$$

$$Mt = 1680.11 \text{ Kg} - Mt.$$

La fuerza aplicada a 0.10 mts. de la punta

$$Fc = \frac{1680.11}{9.30 - 0.10} = 182.62 \text{ Kg.}$$

β	Poste
0 - 5°	200 Kg.
Mayor 5°	300 Kg.

b4) Poste de Anclaje

El momento debido a la tracción del conductor

$$Mtc = \frac{6.21}{1.5} (9.3 + 2 \times 8.5)$$

$$Mtc = 10888.2 \text{ Kg. Mt.}$$

El momento total

$$Mt = Mtc + Mvp$$

$$Mt = 11143.6 \text{ Kg. Mt.}$$

Luego la fuerza aplicada a 0.10 mts. de la punta resulta $Fc = 1121.26 \text{ Kg.}$

En conclusión se utilizará poste 300 Kg anclado con retenida.

b5) Cálculo de la Cruceta

La fuerza del conductor con CS. = 3 es 207 Kg.

Sabemos : $h = \sqrt[3]{\frac{M}{C}}$

$$h = b = \sqrt[3]{\frac{10 \times 207 \times 0.5}{320}}$$

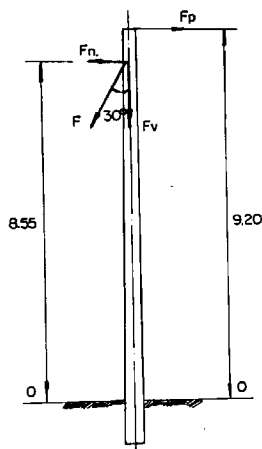
$$h = b = 8.35 \text{ cm.}$$

Del catálogo del proveedor utilizamos cruceta de concreto :

Longitud : 1.20 m.

Sección : 15 x 12 cm.

- b6) Las retenidas se calculan considerando que - ellos absorben el 100 % de las fuerzas. Para la condición más desfavorable.



$$F = \frac{F_p \times 9.20}{8.55 \times 0.5} = \frac{1211.26 \times 9.20}{8.55 \times 0.50}$$

$$F = 2606.65 \text{ Kg.}$$

Seleccionando para un coeficiente de seguridad 1.5

$$T_c = 1.5 \times F = 3910.01$$

Del catálogo del fabricante seleccionamos cables de acero galvanizado de 3/8" y resistencia a la rotura mínima 5000 Kg.

- b7) Cálculo de la Cimentación
Usamos el método de Valenci

La condición de equilibrio a cumplirse es :

$$P \left(h + t \right) \leq \frac{P}{2} \left(a + \frac{4P}{3b\sigma} \right) + c.b.t^3$$

Donde :

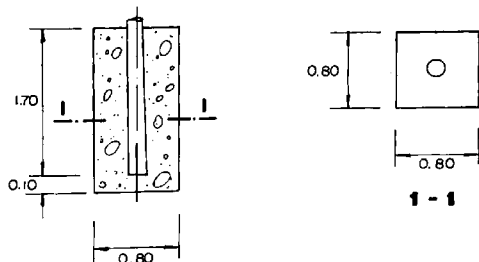
Peso total (macizo + poste + equipo) : P
 Presión máxima admisible del terreno : σ
 Coeficiente definido para densidad del terreno y el ángulo de deslizamiento : C
 Dimensión del macizo $a = 0.80b = 0.80$
 Profundidad enterrada $t = 1.70$ CME
 Peso específico del concreto : γ_c
 Cálculo de P.

Peso del macizo = $(V_{\text{macizo}} - V_{\text{tronco cónico}}) \cdot \gamma_c$

$$V_{\text{tronco cónico}} = \frac{t}{3} (A_0 + A_1 + \sqrt{A_0 \cdot A_1})$$

Donde : para el poste

Area de la succión base $A_0 = 0.064 \text{ mt}^2$
 Area de la succión de empotramiento $A_1 = 0.053 \text{ mt}^2$
 $V_{\text{tronco cónico}} : 0.10 \text{ mt}^3$
 $V_{\text{macizo}} : 1.088 \text{ mt}^3$



Luego :

$$\text{Peso macizo} = (1.088 - 0.10) \times 2,200 = 2,173 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total} = P = P_{\text{poste}} + P_{\text{equipo}} + P_{\text{macizo}}$$

$$\text{Peso equipo} = w.a + \text{Weru} + \text{Waisl} + \text{Pacc}$$

$$= 0.143 \times 80 \times 3 + 10 + 3 \times 4 + 50 = 106 \text{ Kg.}$$

$$P = 750 + 106 + 2173 = 3029 \text{ Kg.}$$

Según tablas para terreno medio (arcilla-seco)

$$= 2.5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$C = 720 \text{ Kg/mt}^3$$

Luego reemplazando el momento resistente equivale a

$$M_r = \frac{3029}{2} \left(0.80 + \frac{4 \times 3029}{3 \times 0.80 \times 2.5 \times 10^4} \right) + 720 \times 0.80 \times 1.70^3$$

$$M_r = 4356.5 \text{ Kg.}$$

El momento de trabajo

$$M_t = (9.20 + 1.70) \times 300$$

$$M_t = 3270$$

$$\text{Coeficiente de seguridad} : \frac{M_r}{M_t} = 1.33$$

4.9 Redes de Distribución

4.9.1 Cálculo de redes eléctricas (1ra. Etapa Localidad de Sapalache).

a) Red de servicio particular

La corriente la hallamos a partir de

$$I = \frac{800 (N^{\circ} \text{ Lotes}) \times FS}{\sqrt{3} V \cos \theta}$$

dónde :

$$\text{Factor de simultaneidad FS} = 0.5$$

$$\text{Tensión nominal} \quad V = 0.380/0.22 \text{ Kv}$$

$$\text{Factor de potencia} \quad \cos \theta = 0.9$$

Distancia entre conductores (CNE) = 0.15 mts.

La caída de tensión está dada por :

$$AV = \sqrt{3} I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta)$$

Longitud del tramo L en mts.

Factor de caída de tensión

$$FCT = R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta$$

El cálculo de la pérdida de potencia se evalúa por :

$$P_{\text{per}} = \frac{3 r L I^2}{1000}$$

donde :

Resistencia en ohm/km : r

Corriente en amperios : I

Longitud del tramo : L

La resistencia y reactancia lo evaluamos por :

$$R_2 = R_{20} \cdot I \cdot \left[+ A (T_2 - 20) \right]$$

$$X = 0.1736 \operatorname{Log} \frac{2 D_m}{0.726 A}$$

b) Red de alumbrado público

La red de alumbrado público será monofásico

La corriente la hallamos de acuerdo a :

$$I = \frac{P_1 (N^{\circ} \text{ Lámparas})}{V \cos \theta}$$

donde :

Potencia de la luminaria + consumo de accesorios

: P_1 .

Factor de potencia $\cos \theta = 0.9$

La caída de tensión está dada por :

$$AV = 2 I L (R \cos \theta + X \operatorname{sen} \theta)$$

La pérdida de potencia :

$$P_{\text{per}} = \frac{2 r L I^2}{1000}$$

Consumo de las unidades de Iluminación

Potencia de la luminaria 80

Potencia consumida por la -

reactancia
TOTAL $\frac{9}{89 \text{ W}}$

Tabla 4.23 Características eléctricas de conductores.

Sección Nominal	Diámetro Nominal exterior (mm)	Resistencia a 20°C (ohm/Km)
10	5.65	1.86
16	6.70	1.17
25	8.85	0.73

La temperatura de operación 40°C

La distancia media geométrica

$$D_m = \sqrt[3]{0.15 \times 0.15 \times 0.30} = 0.188$$

Reemplazando sucesivamente tenemos el siguiente cuadro :

Resistencia 40°C	ohm/Km.	2.00	1.259	0.785
Reactancia X(3Ø)	ohm/Km.	0.34	0.328	0.306
FCT (3Ø)	ohm/Km.	1.94	1.276	0.839
Reactancia X (1Ø)	ohm/Km.	0.323	--	--
2 x FCT(1Ø)	ohm/Km.	3.88	--	--

Con los datos hallados y con el diagrama de carga elaboramos el cuadro para hallar la caída de tensión y pérdida de potencia.

Los diagramas de carga se muestran en la figura 4.21 (a), (b) y (c).

Circuito Nº 1

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	0.68	2.04	0.68	2.04	0.68	0.68	0.68	1.35
Σ I	23.69	9.50	7.46	6.78	4.74	4.06	2.03	1.35
L	2.5	35	35	30	30	30	35	70
s	25	16	10	10	10	10	10	10
$\sqrt{3}$ PCT	1.453	2.21	3.373	3.373	3.373	3.373	3.373	3.373
Δ V	0.086	0.734	0.880	0.686	0.479	0.410	0.339	0.318
$\Sigma \Delta$ V	0.086	0.820	1.700	2.386	2.865	3.275	3.514	3.832
Δ P	3.304	11.928	11.686	8.274	4.049	2.967	0.868	0.765
$\Sigma \Delta$ P	3.304	15.332	20.918	35.192	39.236	42.200	43.065	43.83

	9	10	11	12	13	14		
I	1.35	2.70	1.35	4.05	0.68	1.35		
Σ I	1.35	2.70	10.81	9.46	5.41	4.73		
L	105	40	30	30	30	30		
s	10	10	10	10	10	10		
$\sqrt{3}$ PCT	3.373	3.373	3.373	3.373	3.373	3.373		
Δ V	0.478	0.364	1.093	0.957	0.547	0.478		
$\Sigma \Delta$ V	3.753	0.086	0.450	0.086	1.179	2.136	2.688	3.161
Δ P	1.148	1.749	21.034	16.108	5.368	4.027		
$\Sigma \Delta$ P	44.97	46.71	67.75	83.85	89.126	93.15		

	15	16	17	
I	1.35	1.35	0.688	
Σ I	1.35	2.03	0.68	
L	35	30	30	
s	10	10	10	
$\sqrt{3}$ PCT	3.373	3.373	3.373	
Δv	0.159	0.205	0.068	
$\Sigma \Delta v$	3.320	3.167	3.336	3.434
ΔP	0.382	0.741	0.083	
$\Sigma \Delta P$	93.53	94.27	94.36	

Cálculo de la potencia consumida

Sabemos que :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cos$$

Reemplazando tenemos:

$$P = \sqrt{3} \times 23.69 \times 0.380 \times 0.9$$

$$P = 14.03 \text{ Kw}$$

La potencia perdida encontrada es

$$P_{\text{per}} = 94.36 \text{ Watts}$$

CIRCUITO N° 2

	1	2	3	4	5	6	7	8
I	3.38	0.68	0.68	0.68	4.05	0.68	0.68	2.03
Σ I	23.34	19.96	19.28	18.60	12.51	8.46	3.39	2.71
L	33	33	35	32	35	35	35	35
s	16	16	16	16	10	10	10	10
$\sqrt{3}$ PCT	2.21	2.21	2.21	2.21	3.373	3.373	3.373	3.373
Δv	1.70	1.435	1.491	1.319	1.476	0.998	0.400	0.315
$\Sigma \Delta v$	1.70	3.157	5.648	5.960	7.430	8.437	8.83	9.15
ΔP	67.89	49.65	49.14	41.81	32.86	15.03	2.41	1.542
$\Sigma \Delta P$	67.89	117.55	166.69	208.5	241.13	256.16	258.57	260.12

	9		10		11		12		13		14
I	0.68		5.07		1.35		2.03		2.70		0.68
Σ I	0.68		5.07		1.35		5.41		3.38		0.68
L	35		35		35		35		35		35
s	10		10		10		10		10		10
$\sqrt{3}$ PGT	3.373		3.373		3.373		3.373		3.373		3.373
Δ V	0.080		0.598		0.159		0.638		0.399		0.080
Σ Δ V	9.232	6.46	7.058	4.98	5.139		6.598		6.997		7.077
Δ P	0.097		5.398		0.382		6.146		2.395		0.097
Σ Δ P	260.21		265.61		265.97		272.13		274.5		274.66

Cálculo de la potencia consumida

$$P = \sqrt{3} \times 23.34 \times 0.380 \cos$$

$$P = 13.86 \text{ Kw.}$$

La potencia perdida encontrada

$$P = 274.66 \text{ Watts.}$$

Circuito de Alumbrado Público

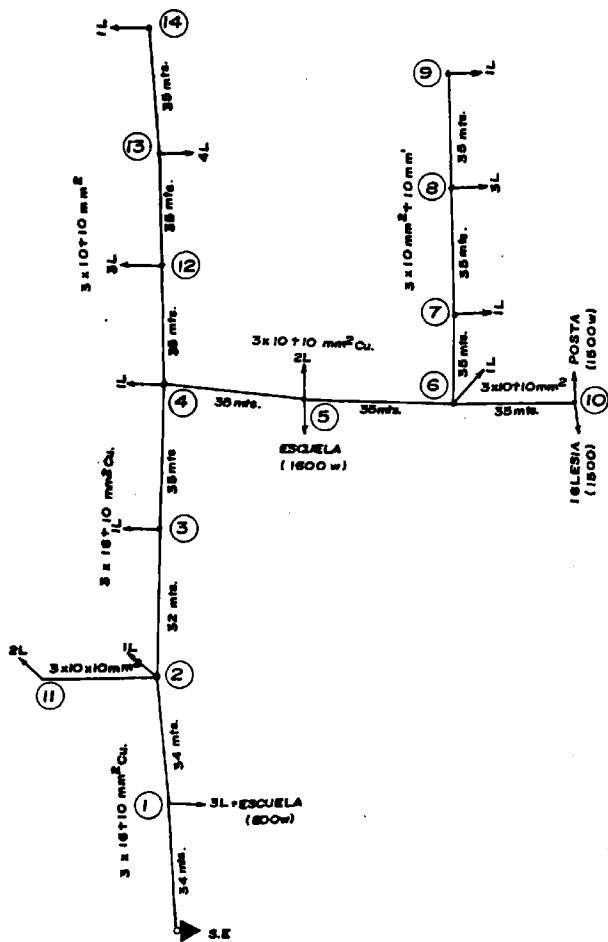
	1	2	3	4	5	6	7	8
I	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449
Σ I	19.77	6.74	6.29	5.39	4.94	1.797	1.35	0.898
L	2.5	33	35	32	35	35	35	35
s	10	10	10	10	10	10	10	10
Δ V	0.192	0.863	0.854	0.669	0.671	0.244	0.183	0.122
Σ Δ V	0.192	1.094	1.908	2.577	3.248	3.492	3.675	3.797
Δ P	3.908	6.00	5.54	3.72	3.422	0.452	0.254	0.112
Σ Δ P	3.908	9.908	15.45	19.17	22.59	23.05	23.30	23.41

	9		12	13	14	15	16
I	0.449		0.449	0.449	0.449	0.449	0.449
Σ I	0.449		2.696	2.247	1.348	0.898	0.449
L	35		35	35	35	35	35
s	10		10	10	10	10	10
Δ V	0.061		0.366	0.305	0.183	0.122	0.061
Σ Δ V	3.858	3.248	3.614	3.919	4.102	4.224	4.285
Δ P	0.028		1.017	0.706	0.254	0.112	0.028
Σ Δ P	23.44		24.45	25.16	25.42	25.53	25.56

	17		10		11		18	19
I	0.449		0.449		0.449		0.449	0.449
Σ I	0.449		0.449		0.449		5.393	4.944
L	35		35		40		35	30
s	10		10		10		10	10
Δ V	0.061		0.061		0.069		0.732	0.575
Σ Δ V	3.98	1.198	1.969	0.192	0.261	0.192	0.923	1.498
Δ P	0.028		0.028		0.032		4.072	2.933
Σ Δ P	25.58		25.61		25.64		29.71	32.64

	20	21	22	23	24	25	26	
I	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	
Σ I	4.494	4.045	3.595	1.797	1.348	0.898	0.449	
L	35	30	30	35	35	35	35	
s	10	10	10	10	10	10	10	
Δ V	0.610	0.470	0.418	0.244	0.183	0.122	0.061	
Σ Δ V	2.108	2.578	2.996	3.24	3.423	3.545	3.606	0.1917
Δ P	2.827	1.963	1.55	0.452	0.254	0.112	0.082	
Σ Δ P	35.47	37.44	38.99	39.44	39.69	39.80	39.84	

	27	28	29	30	31	32	33	
I	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	0.449	
Σ I	7.191	6.742	6.292	2.247	1.348	0.898	0.449	
L	30	30	30	30	30	30	35	
s	10	10	10	10	10	10	10	
Δ V	0.857	0.784	0.732	0.261	0.157	0.104	0.061	
Σ Δ V	1.028	1.812	2.544	2.800	2.962	3.066	3.127	2.80
Δ P	6.206	5.454	4.750	0.605	0.218	0.096	0.28	
Σ Δ P	46.04	51.49	56.25	56.85	57.07	57.16	57.2	

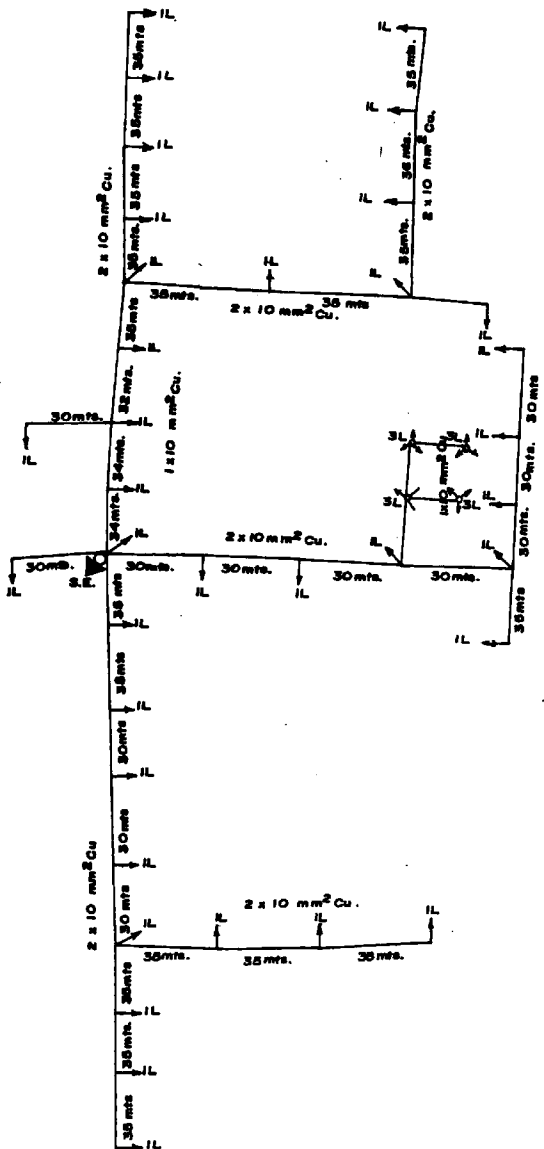


TITULO:
DIAGRAMA DE CARGAS
RED DE SERV. PARTICULAR
CIRCUITO N° 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROY. **ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTERA**

DISEÑO ING. TEODALDO SOLIZ...	DIBUJO C. CH. Z	REV.	FECHA ABRIL 84	ESCALA S/E	PAG. 4.21 (b)
----------------------------------	--------------------	------	-------------------	---------------	------------------



TITULO:
**DIAGRAMA DE CARGAS
 ALUMBRADO PUBLICO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROY. **ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTERA**

DISEÑO Bach. TEOBALDO SOLIZ	DIBUJO C. CH. Z.	REVISADO	FECHA ABRIL 84	ESCALA 3/E	FIC. 4.23(C)
---------------------------------------	----------------------------	----------	--------------------------	----------------------	------------------------

	34	35	36	37	38
I	0.449	0.449	0.449	0.449	3.588
$\sum I$	0.449	1.348	0.898	0.449	3.588
L	35	35	35	35	40
s	10	10	10	10	10
ΔV	0.061	0.183	0.122	0.061	0.556
$\sum \Delta V$	2.861	2.996	3.179	3.360	2.544 3.10
ΔP	0.028	0.254	0.112	0.028	2.059
$\sum \Delta P$	57.22	57.47	57.59	57.61	59.68

La potencia consumida por el circuito de alumbrado público

$$P = V \cdot I \cos \theta$$

$$P = 0.220 \times 19.77 \times 0.90$$

$$P = 3.92 \text{ KW}$$

La potencia perdida encontrada es,

$$P = 59.68 \text{ Watts.}$$

c) Selección del transformador

De acuerdo a los resultados tenemos :

	P (KW)	P (KW)	P(KW)	KVA
CIRC. N° 1	14.08	+ 0.094	= 14.17	17.71
CIRC. N° 2	13.86	+ 0.275	= 14.13	17.66
A _P	3.92	+ 0.059	= 3.97	<u>4.97</u>
		TOTAL		40.34

Con este dato y teniendo presente que el factor de carga de la zona es del orden de 0.30 se elige un transformador trifásico de 50 KVA.

d) Selección de los aisladores

1) Cálculo del nivel de aislamiento

a) Bajo lluvia

$$V_c = 3V_a + 5000$$

$$V_c = 3 \times 380 + 5000$$

$$V_c = 6140 \text{ Volts.}$$

b) En seco

$$V_s = 1.33 V_c$$

$$V_s = 1.33 \times 6140$$

$$V_s = 8166 \text{ Volts.}$$

2) Cálculo de resistencia mecánica

- Fuerza debida al viento

$$\text{Sección nominal} : S = 25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Angulo de cambio de dirección} : \beta = 60^\circ$$

$$F_{vc} = 15.12 \times 8.85 \times 35 \cos \frac{60}{2}$$

- Fuerza debido a la tracción

$$F_{tc} = 2 \times 12.93 \times 25 \sin \frac{60}{2}$$

Fuerza total es :

$$F_t = F_{vc} + F_{tc}$$

$$F_t = 327.3 \text{ Kg.}$$

La carga de rotura del aislador para un coeficiente de seguridad de 3.

$$F_{rot} = 3 \times 327.3 = 981.1 \text{ Kg.}$$

Del catálogo del fabricante seleccionamos aislador tipo-carrete clase 53-1

4.9.2 Cálculos Mecánicos

a) Conductores

Los cálculos para el cambio de estado lo haremos en vanos de 25, 30, 35 y 40 mts. y diferentes temperaturas.

Características del conductor

En la red se utilizan conductores de varios calibres desde la sección de 10 a 25 mm² de cobre cableado temple duro forrado.

Tabla 4.24 Características Mecánicas de los Conductores.

Sección Nominal (mm ²)	Diámetro Nominal Exterior (mm)	Peso (Kg/mt)	Carga de Rotura (Kg.)
10	5.65	0.105	391
16	6.70	0.165	621
25	8.89	0.260	992

Con las mismas consideraciones del cálculo de la red primaria. La hipótesis del cálculo es :

Hipótesis

a) Condiciones Iniciales

Temperatura inicial $T_1 = -10^{\circ}\text{C}$

Presión del viento $P_v = 15.12 \text{ Kg/m}^2$

b) Condiciones finales

Temperatura final $= 40^{\circ}\text{C}$

sin viento

Coefficiente de sobrecarga.

$$m_2 = 1.00$$

Luego tenemos el siguiente cuadro :

Sección Nominal	mm ²	10	16	25
Fuerza del viento	Kg/m.	0.0876	0.103	0.137
Coefficiente de sobrecarga m_2 .		1.302	1.18	1.13
Peso sobre carga	Kg.	0.1367	0.1945	0.2938
Esfuerzo inicial CS = 2.5	Kg/mm ²	15.64	15.52	15.87
Esfuerzo inicial CS = 3.0	Kg/mm ²	13.03	12.93	13.22

Siguiendo el procedimiento de la red primaria elaboramos el cuadro de templado :

Tabla 4.25 Templado de Conductores de la Red Secundaria

Coefficiente de Seguridad = 3.0

T (°C)	-10			5			15			40			
	CON VIENTO			CON VIENTO			SIN VIENTO			SIN VIENTO			
s (mts)	s (mm ²)	10	16	25	10	16	25	10	16	25	10	16	25
25	σ (kg/mm ²)	13.03	12.93	13.22	9.98	9.96	10.12	7.83	7.73	8.06	3.81	3.76	3.97
	f (mts)	0.081	0.073	0.069	0.107	0.095	0.090	0.104	0.103	0.100	0.215	0.214	0.204
30	σ (kg/mm ²)	13.03	12.93	13.22	10.06	9.92	10.17	7.89	7.86	8.14	4.14	4.10	4.257
	f (mts)	0.118	0.105	0.099	0.152	0.137	0.129	0.149	0.147	0.143	0.185	0.282	0.274
35	σ (kg/mm ²)	13.03	12.93	13.22	10.14	9.99	10.24	7.95	7.94	8.23	4.41	4.40	4.56
	f (mts)	0.160	0.143	0.135	0.206	0.185	0.175	0.201	0.198	0.193	0.360	0.358	0.359
40	σ (kg/mm ²)	13.03	12.93	13.22	10.22	10.86	10.31	3.02	8.03	8.32	4.67	4.69	4.84
	f (mts)	0.208	0.187	0.177	0.166	0.241	0.227	0.260	0.256	0.250	0.449	0.439	0.429

b) Postes

Datos establecidos :

Distancia vertical entre conductores: 0.15 mt

Distancia del conductor superior a la punta del poste.

: 0.45 mt

Distancia mínima del conductor al-suelo según el CNE Tomo IV

: 5.00 mt

Fecha máxima

: 0.40 mt

Cálculo de la longitud del poste

La longitud de empotramiento será según el Código Nacional de Electricidad :

$$L_e = \frac{H_p}{10} + 0.60$$

Asumiendo una longitud inicial $H_p = 8.0$ mts.

$$L_e = \frac{8.0}{10} + 0.60$$

$$L_e = 1.40 \text{ mts.}$$

Verificando :

$$H_p = 4 \times 0.15 + 0.45 + 5.00 + 1.40 + 0.40$$

$$H_p = 7.85 \text{ mts.}$$

Luego adoptamos de madera de 8 mts.

Del catálogo del proveedor seleccionamos postes de madera tratada Clase 7 y 6 los cuales verificaremos su resistencia mecánica.

Del catálogo del Proveedor

C L A S E		7	6
Diámetro en la punta: d_p	mm	122	128
Diámetro en la base: d_o	mm	210	225
Peso	Kg.	145	165

Utilizando las mismas fórmulas y el mismo procedimiento para la red primaria elaboramos el siguiente cuadro :

UNID.	C L A S E		
	7	6	
c	cm/mt.	1.10	1.21
d ₁	cm.	19.40	20.80
S _p	mt ²	0.995	1.10
z	mt	2.66	3.03
s ₁	cm ²	297.42	339.80
I	cm ⁴	7039.5	9188.0

Hipótesis Normal

b1) Alineamiento y cambio de dirección

i) Esfuerzo debido a las cargas permanentes

Sabemos que :

$$\sigma_c = \frac{P}{s_1} \left(1 + \frac{K}{mI} (H_p - L_e)^2 s_1 \right)$$

donde todos los símbolos tienen el mismo significado de la línea primaria.

Las configuraciones son :

Configuración S1 3 x 16 + 10 + 10 mm²

Configuración S2 3 x 10 + 10 + 10 mm²

Cálculo del peso total :

P E S O S	CONFIGURACION S1	
Poste (clase 7 y 6 respect.)	145	165
Conductores : 3 x 0.165 x 35	17.3	
3 x 0.105 x 35	7.3	
Aisladores 5 x 0.40	2	
Portallíneas	1.5	
Pastoral	4	
Peso eventual de un hombre	78	
TOTAL POR CLASE	7	255.10 Kg.
	6	275.10 Kg.

Reemplazando tenemos el siguiente cuadro :

CLASE	σ_c (Kg/cm ²)
7	13.48
6	11.22

- ii) Esfuerzo debido a la presión del viento y tracción del conductor

Cálculos de los momentos

Presión del viento

- a) Momento debido a la presión del viento sobre el poste.

$$M_{vp} = P_v \cdot Sp \cdot z$$

Reemplazando los datos se encuentra :

CLASE	M _{vp} (Kg.mt)
7	40.17
6	50.39

- b) Momento debido a la presión del viento sobre los conductores

La fuerza del viento

$$F_{vc} = P_v \cdot d_c \cdot a \cdot \cos \frac{\beta}{2}$$

El momento para las secciones 16 y 10 - mm².

$$M_{vc} = P_v \cdot d_c \cdot a \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot h_1 + P_v \cdot d_c \cdot a \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot h_2$$

donde $i = 1, 2, 3$ $j = 4, 5$

- c) Momento debido a la presión del viento sobre los accesorios

$$M_{acc} = 10 \text{ Kg-mt.}$$

-Tracción del conductor

La fuerza de tracción del conductor

$$F_{tc} = 2 \cdot s \cdot \sin \frac{\beta}{2}$$

El momento debido a la tracción

$$M_{tc} = 2 \cdot s \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot h_1 + 2 \cdot s \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot h_j$$

donde $i = 1, 2, 3$ $j = 4, 5$

Luego el momento total para este caso será :

$$M_t = (F_{vc} + F_{tc}) \times 3 \times 5.70 + (F_{vc} + F_{tc}) \times 12.15 + M_{vp} + M_{acc}$$

Reemplazando valores queda :

$$M_t = 96.73 \cos \frac{\beta}{2} + 10217.29 \sin \frac{\beta}{2} + P_v \cdot Sp \cdot z + 10$$

El esfuerzo en la sección de empotramiento

$$\sigma_f = \frac{10M}{d_1^3}$$

La fuerza en la punta

$$F_p = \frac{M}{H_p - L_e - 0.30}$$

iii) Esfuerzo total

$$\sigma_t = \sigma_f + \sigma_c$$

Luego para diferentes valores elaboramos el siguiente cuadro :

CLASE	β	Mt (Kg/mt)	Fp (Kg)	σ_f (Kg/cm ²)	σ_t (Kg/cm ²)
7	0	146.90	23.31	19.53	33.47
	10	1047.24	166.22	142.10	155.58
	15	1479.69	234.87	200.79	234.27
	30	2768.03	442.54	378.32	391.80
	45	4049.42	642.78	549.50	562.28
	60	5242.50	832.14	711.39	724.87
	75	6346.80	1007.42	861.24	874.22
	90	7343.28	1165.60	996.46	1009.94
6	15	1489.94	236.49	165.56	176.78
	30	2798.25	444.16	310.95	322.17
	45	4059.74	644.40	451.13	462.35
	60	5252.72	833.76	583.70	594.90
	75	6359.90	1009.36	706.54	717.86
	90	7353.50	1167.22	817.15	828.37

12) Poste terminal

Para el poste terminal se tiene la configuración S2 pero se considera medio vano.

Cálculo de la fuerza en la punta F_p

- Momento debido al viento

a) Poste

$$M_{vp} = P_v \cdot Sp \cdot z$$

b) Conductores

$$M_{vc} = \frac{F_{vc} \cdot h_i}{2} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

- Momento debido a la tracción del conductor

$$M_{tc} = F_{tc} \cdot h_i \quad i = 1, 2, 3, 4, 5$$

El momento total

$$M_t = (F_{vc} + F_{tc})(3 \times 5.70 + 12.15) + P_v \cdot Sp \cdot z + M_{acc}$$

$$M_t = 3863.61 \text{ Kg.mt.}$$

$$F_p = 623 \text{ Kg.}$$

c) Retenidas

- Alineamiento y cambio de dirección

Si $\beta = 10$ entonces $F_p = 156.85 \text{ Kg.}$ y el esfuerzo

$$\sigma = 158.59 \text{ Kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad según el CNE para postes de madera permisible es 3.0

Para poste Clase 7 Grupo D tenemos :

Carga de rotura 550 Kg.

Esfuerzo de flexión 500 a 600 Kg/cm.

Luego :

$$CS = \frac{550}{156.86} = 3.5 > 3$$

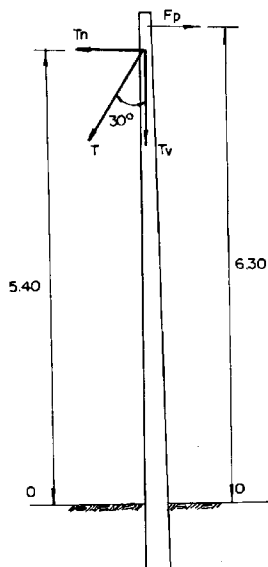
$$CS = \frac{500}{158.59} = 3.2 > 3$$

Si $\beta \geq 10^\circ$ usamos retenidas, luego analizamos el caso más desfavorable para una retenida.

Para $\beta = 60^\circ$ según la tabla de esfuerzos en el caso de poste Clase 6 Grupo D

$$F_p = 833.74 \text{ Kg.}$$

$$\sigma_t = 594.90 \text{ Kg/cm}^2$$



$$Th = 1031 \text{ Kg.}$$

$$T = \frac{Th}{\sin 30}$$

La fuerza vertical $Tv = T \cos 30$

$$Tv = 1785.7 \text{ Kg.}$$

Adicionando el peso de las cargas permanentes la fuerza vertical total es :

$$P = 1785.7 + 274.78$$

$$P = 2060.4 \text{ Kg.}$$

Luego el esfuerzo debido a la compresión es,

$$\sigma_c = \frac{2060.4}{339.8} \left(1 + \frac{2 \times 6.6^2 \times 339.8}{0.25 \times 9288.0} \right)$$

$$\sigma_c = 184.1 \text{ Kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad

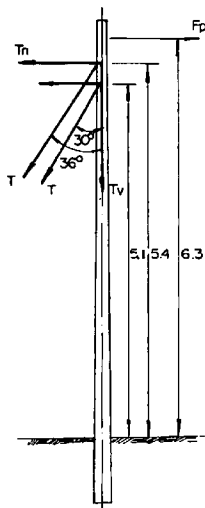
$$CS = \frac{500}{184.1} = 5.9 > 3$$

Analizamos el caso más desfavorable para el caso de dos retenidas.

Si $\beta = 90^\circ$ según la tabla hallada en el acápite anterior tenemos :

$$F_p = 1167.2 \text{ Kg}$$

$$\sigma_t = 828.3 \text{ Kg/cm}^2$$



La fuerza vertical

$$T_v = T(\cos 36 + \cos 30)$$

$$T_v = 2152.7 \text{ Kg.}$$

Adicionando las cargas permanentes

$$P = 215217 + 275.1$$

$$p = 2427.8 \text{ Kg.}$$

El esfuerzo de compresión

$$\sigma_c = 99.83 \text{ Kg/cm}^2$$

Para poste Clase 6 Grupo D, tenemos :

$$CS = \frac{500}{99.83} = 5 > 3$$

Luego usaremos como retenidas cable de acero-galvanizado de $3/8'' \phi$ y 7 hilos
En resumen tenemos :

β	CLASE	Nº RETENIDA
0 - 10	7 - D	
10 - 30	7 - D	1
30 - 75	6 - D	1
75 - 90	6 - D	2

- Poste terminal

Tomando momentos respecto OO'

$$Th \cdot x \cdot 5.40 = 3863.6$$

$$Th = 775.8 \text{ Kg.}$$

$$T = \frac{Th}{\text{sen } 30} = 1431.7 \text{ Kg.}$$

Luego usamos cable de acero galvanizado de -
7 hilos $3/8'' \phi$. que tiene una resistencia de
3170 Kg.

V. ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1 Objeto

- El objeto de los planos y Especificaciones Técnicas es - con la finalidad de establecer las características del su ministro, transporte y puesta en marcha de la Minicentral Hidroeléctrica.
- Los materiales, equipos y trabajos a realizar que no se detallan en las presentes Especificaciones Técnicas, pero que aparezcan en los planos y metrados o viceversa y que se necesitan para completar las instalaciones y montaje - serán suministrados por el contratista.
- Detalles menores de materiales y trabajos no usualmente metrados en los planos y Especificaciones Técnicas pero - que son necesarios para las instalaciones y montaje deben ser incluidos por el contratista.
- El Contratista notificará por escrito lo referente a cual - cualquier material o equipo que se indique en el proyecto y - que considere inadecuado o inaceptable de acuerdo a Nor - mas o Leyes.

5.2 Coordinación y Aprobación

- Habrá una entera coordinación con el proyectista de la tu - bería de presión y los fabricantes de la turbina, regulador y generador, a fin de estudiar detalles de los problemas - que se puedan presentar durante el diseño y montaje de los equipos.

Las soluciones adoptadas en el montaje deberán dejarse escritas en el plano de replanteo confirmando al propietario.

- El nombre del fabricante, tipo, tamaño, modelo, protocolo de pruebas y curvas certificadas serán revisados y aproba - dos por el proyectista o consultor de parte del propietario.
- Donde cualquier especificación del proceso de fabricación método del montaje de los equipos que se ha dado de -

un determinado fabricante o su número de catálogo se entiende que es una referencia y la calidad no será menor.

- Debe seguirse las especificaciones del fabricante referente al transporte, almacenamiento y montaje de los equipos y éstos pasarán a tomar parte de las presentes Especificaciones Técnicas.

- El propietario se reserva el derecho a pedir muestras de cualquier material así como protocolo de pruebas.

5.3 Tubería de Presión

5.3.1 Generalidades

Esta sección cubre los mínimos requisitos para el diseño de detalles, fabricación, inspección, pruebas y pintado de la tubería de presión no enterrada que une la cámara de carga y la casa de máquinas.

Los límites del suministro para la tubería de presión son desde el extremo superior de la tubería donde se conecta a la cámara de carga hasta la válvula de ingreso de la turbina.

5.3.2 Condiciones de Operación

a) Presiones

Las condiciones de operación en la que la tubería es diseñada, consiste en :

- a1) Presión normal de operación que incluye la caída estática más carga por golpe de ariete de operación normal que está limitado al 30 % de la caída estática.
- a2) Presión de operación de emergencia resultante de la falla del mecanismo de control.
- a3) Presión de operación extrema resultante de la peor combinación posible de las condiciones de operación y falla en los mecanismos de control.

b) Temperatura

La temperatura de operación puede variar entre -10°C a $+40^{\circ}\text{C}$.

c) Condiciones del Fluido

El fluido en la tubería es agua cruda, conteniendo elementos abrasivos, dureza 30 ppm de CaCO_3 /litro y velocidad que alcanza 3 mt/seg.

5.3.3 Diseño y Detalles de Fabricacióna) Generalidades

La tubería de presión consistirá en tubo simple con bifurcación incorporada y se fijarán en tramos continuos entre bloques de anclaje.

Las tuberías individuales serán soldadas de manera continua excepto en las juntas de dilatación, las mismas que estarán ubicadas aguas abajo de cada bloque de anclaje.

La tubería tiene soporte intermedio entre los bloques de anclaje espaciados aproximadamente en promedio 5 mts.

La tubería podrá ser fabricada de tubos normalizados y/o enrollados de planchas con juntas soldadas a tope.

b) Normas

Todos los detalles de fabricación, materiales y otros aspectos de la tubería de presión deberán cumplir con los requisitos pertinentes del ASME "Boiler and Pressure Vessel Code".

c) Espesor y Margen de Corrosión

El espesor mínimo no será menor que el que se señale en el plano respectivo de acuerdo a los cálculos.

El margen de corrosión y desgaste será 1.5 mm. en condiciones de operación.

d) Junta de Soldadura de Eficiencia "e"

Todas las juntas de soldadura longitudinales - serán soldadas en los talleres donde serán com - pletamente radiografiadas. Las juntas serán solda das a tope dos veces.

Referente a ASME Sección XIII División 1 Cláu - sula UW-12 la junta de soldadura de eficiencia - E = 1.0.

Las juntas circunferenciales de soldadura se - rán soldadas en los empalmes de tubería, luego se someterán a pruebas de ultrasonido. Estas juntas - serán soldadas a tope una sola vez.

e) Junta de Dilatación

El diseño de la tubería de presión incluye el - tipo apropiado de la junta de dilatación. El deta lle típico, de la junta a utilizarse se muestra - en los planos N° GH-05.

5.3.4 Materiales de Construcción

Los materiales a ser usados para construcción de - la tubería de presión y sus accesorios serán los - apropiados a las condiciones de operación.

Los aceros apropiados para servicio de temperatu - ras menores también son apropiados para servicio de - temperaturas normales pero no viceversa.

El contratista podrá proponer alternativas en - cuanto a materiales equivalentes y sus costos.

a) Tuberías, Bridas y Pernos

a1) Tubería fabricada con plancha

ASTM A 283 GR C	} Servicio Normal de Tem - peratura.
ASTM A 285 GR A ó B	
ASTM A 515 GR 55 ó 60	
ASTM A 516 GR 55 ó 60 LTO 15	} Servicio de Tem - peratura menores.
DIN 17135 GR A ST 35	

a2) Materiales para Bidas

Forjadura ASTM A 181 GRI

Plancha ASTM A 518 GR 55 ó 60

a3) Materiales para empernado

ASTM A 193 GR B 7

Pernos ASTM A 194 GR 211

Anillos de empuje, planchas, anillos de pre refuerzo, ménsulas, argollas, etc. serán fabricados con materiales de planchas cuyos valores de esfuerzo permitido son iguales o mayores del de la turbina.

b) Material para Soldado

Cumplirán con el requisito de ASME Sección - XIII, División 1, ASME Sección IX. Especificaciones sobre soldado y sobre el procedimiento a aplicar a soldaduras.

Todos los materiales para soldadura deberán cumplir con los requisitos o equivalente a las especificaciones AWS-ASTM y deberán contar con el certificado del fabricante.

5.3.5 Fabricación y Soldadoa) Generalidades

Antes del inicio de cualquier fabricación, el contratista deberá someter a la aprobación del supervisor el trabajo completo de cálculos, procedimiento de soldado y planos completamente acotados mostrando los detalles de la tubería de presión.

b) Preparación de la Plancha

b1) Preparación. Todos los materiales deberán estar libres de escamas, suciedad, grasa, aceite y otros materiales extraños. Cualquier material que muestra corrosión discriminada por oxidación.

- b2) Se prestará especial atención en la exacta - preparación y ensamblaje de componentes.
El biselado de los cantos a ser soldado se - realizará con esmeril.
- b3) Todas las muescas sean redondas o con filo - serán removidas de las superficies cortadas - con autógeno por medio de pulido que permita la fusión pareja.
Todo material quemado, escoria y escama será removido por medio del pulido.
- b4) Las superficies del canto no contendrán grietas, quebraduras, laminaciones, escorias u - otros defectos. Toda aspereza en los cantos - de la plancha serán removidas y el canto afi- lado será redondeado.
- b5) Todas las planchas serán preparadas y corta - das adecuadamente de modo de obtener las to - lerancias especificadas de ajuste o empalme - en las juntas soldadas.

c) Tolerancia

Las tuberías fabricadas según normas ASTM de - berán cumplir con las especificaciones de las - normas ASTM o API.

Las Tolerancias para tubería fabricada con - planchas deberán cumplir con las especificacio - nes de la norma API 5L, más los siguientes requi - sitos :

c1) Diferencia de diámetro

Las vistas seccionadas completas de la tube - ría debe ser substancialmente redonda. No de - berá presentar partes planas o excesivos án - gulos en las juntas de soldadura. Cualquier desviación local en la circularidad deberá ser gradual.

La desviación desde el perfil general medido dentro o fuera del armazón de la tubería por

medio de un patrón que abarque un arco de 20° , no deberá exceder de 2.5 mm. como desviación.

c2) Rectitud

La máxima desviación de una sección de la tubería respecto de la línea paralela al eje no deberá exceder del 0.3 % del largo cilíndrico total o de un largo de 5 mts. de un tramo de tubería.

5.3.6 Procedimiento de Soldado

a) Generalidades

Todo soldado, prueba de calificación para procesos de soldado y operaciones de soldado, deberá estar de acuerdo con los requisitos del Código de Recipiente a Presión y Hervidor ASME Sección IX.

b) Procedimiento de Soldado

El contratista someterá a aprobación del cliente los detalles del procedimiento del soldado que se pretende seguir incluyendo la siguiente información :

- b1) Proceso de soldado
- b2) Especificaciones de materiales y rango de espesor al cual se va a soldar.
- b3) Detalles de juntas
- b4) Las marcas de fábrica de los electrodos y flujos.
- b5) Tamaño y tipo de electrodo
- b6) Características de soldado
- b7) Posiciones de soldado

c) Mano de Obra

- c1) Todo trabajo de soldado será hecho por soldadores calificados con satisfactoria experiencia en el procedimiento de soldado.
- c2) Todo trabajo de soldado incluyendo soldaduras temporales será ejecutado estrictamente de acuerdo con el procedimiento de soldado aprobado.

- c3) Toda operación de soldado se realizará usando el método del arco eléctrico.
- c4) Todas las superficies a ser soldadas estarán libres de escamas, herrumbre, aceite y otros materiales extraños y la limpieza cubrirá una distancia de 25 mm mínimo al borde a soldarse. Cada cordón o sección de metal soldado será limpiado removiendo escoria y material fundente antes de depositar la siguiente sección a soldar.
- c5) Las planchas de la tubería serán ensambladas para el soldado y se mantendrán en posición correcta por medio de cualquier método apropiado.
- c6) Cuando se requiera de precalentamiento en el procedimiento de soldado este se realizará con anterioridad y durante el soldado temporal.
- c7) Los electrodos se mantendrán en recipientes a prueba de humedad y serán almacenados a una temperatura recomendada por el fabricante del electrodo. Los electrodos que hayan sido expuestos a excesiva humedad o que muestren signos de cualquier otra deterioración no se deberán emplear.
- c8) Si el soldado es detenido por alguna razón se deberá tener cuidado al reinicio del trabajo a fin de alcanzar la penetración y fusión requerida.
- c9) Cuando se ejecuten soldaduras en ángulo ("L" o "I") el metal de soldadura será depositado de tal manera de asegurar una adecuada penetración a la base de la junta. La reducción del grosor del metal base debido al proceso del soldado en los bordes de la soldadura en ángulo no deberá reducir el material de las superficies adyacentes a un grosor menor que-

el mínimo requerido en cualquier punto.

5.3.7 Inspección y Pruebas

a) Generalidades

El contratista es el responsable de la inspección y pruebas necesarias para el control de calidad de la fabricación. Esto incluirá supervisiones de control para asegurar que la calidad de materiales, fabricación, preparación de las bridas, forma, ensamblaje, precalentamiento cuando lo requiera, etc. estén de acuerdo con las especificaciones con los planos y con los procedimientos de soldado que hayan sido aprobados para su construcción por el supervisor.

b) Inspección durante la Fabricación

Antes de iniciar cualquier soldado se deberá examinar el ensamble inicial de las partes de la tubería a ser soldada. La inspección durante la fabricación incluye :

- b1) Tolerancias tal como se indica en el acápite 5.3.5 de la presente especificación.
- b2) Preparación para el soldado a tope
- b3) Examinación visual de las superficies interiores y exteriores de la tubería para prevenir existencia de dentado, grietas, acabado-aspero, etc.
- b4) Examinación visual de soldadura por fallas e irregularidades, esto es fusión insuficiente grietas y cincelado.

c) Inspección durante el Montaje en Obra

- c1) La tubería será confrontada con los planos para asegurar que las dimensiones sean correctas, grosores, pendiente de la tubería, este de acuerdo con los requisitos de diseño.
- c2) El contratista debe chequear que el adecuado nivel de limpieza sea mantenido durante la -

construcción de la tubería.

- c3) La instalación de las juntas de dilatación serán verificadas para comprobar su correcta ubicación y ensamblaje. Correcto alineamiento, distancia recomendada entre piezas a soldar, según instrucciones del fabricante.

d) Prueba Hidrostática

Al término del soldado pruebas indestructivas y otros se ejecutarán a la tubería.

La tubería será limpiada de los desperdicios con chorros de agua limpia.

La tubería será llenada lentamente con agua limpia y todo el aire atrapado será extraído antes de proceder con la aplicación de la presión hidrostática.

La presión para la prueba hidrostática durará por un período de tiempo suficiente para permitir la inspección detallada de todas las juntas de soldadura que deben estar libres de goteo y otros defectos.

5.3.8 Pintado y Protección Anticorrosiva

Al completar satisfactoriamente la fabricación en el taller, prueba e inspección, el contratista preparará y aplicará el sistema de pintado aprobado. Este se aplicará a todas las superficies antes del envío a la obra.

Al final del montaje se limpiará externamente y se someterá a una capa de anticorrosivo y luego pintado.

5.4 Turbinas y Accesorios

5.4.1 Generalidades

Las turbinas deben ser diseñadas, fabricadas y montadas según lo que se prescribe en las presentes Especificaciones Técnicas, debiendo estar provistas-

de todos los accesorios necesarios, aunque no se describen expresamente para poder considerarla completa y en perfectas condiciones de servicio. Las máquinas deben ser de construcción robusta y cada uno de sus partes debe diseñarse, teniendo en cuenta la facilidad necesaria para su montaje y mantenimiento. Las turbinas deben ser silenciosas bajo cualquier condición de funcionamiento exentas de vibraciones y desgaste excesivo. Los dispositivos de marcha y protección deben diseñarse y fabricarse de forma que se evite cualquier peligro de fallas en la maniobra.

Los elementos necesarios en la mecánica (pernos - arandelas, etc) destinados a quedarse sumergidos en el agua y sujetos a operaciones de desmontaje y montaje, deben ser de acero inoxidable.

La turbina será autoportada y el suministro incluirá todos los elementos de fijación a sus bases - de anclaje, así como el diseño y construcción de dichas bases.

El contratista para el diseño de la turbina tomará en cuenta el análisis del agua que se le suministrará, adecuando su diseño a estas características. El diseño será especial para las piezas sometidas al desgaste de forma que se pueda desmontar y reemplazar fácilmente.

Estos elementos así como los dispositivos de desmontaje estarán sometidos a la aprobación del proyectista.

5.4.2 Características Particulares

a) Tipo de Turbina

Las turbinas a ser instaladas bajo el requisito del suministro deberán ser del tipo "Francis"-compacta, de eje horizontal y rápida velocidad específica.

el diseño, construcción y equipamiento de cada tur-
bina deberá hacerse de forma que constituya una -
instalación completa del sistema de regulación.

b) Parámetros Nominales

Las alturas de las caídas y datos generales son:

Altura bruta nominal	: 54 mts.
Altura neta nominal	: 52 mts.
Número de unidades	: 2
Tipo de turbina	: Francis
Caudal nominal	: 380 lit/seg.
Velocidad de rotación	: 1400 rpm.
Giro del rotor (visto des- de el generador).	: Horario
Velocidad de embalamiento	: 2200 rpm.

c) Elevación de presión

El tiempo de cierre del distribuidor se determi-
nará de forma tal que en el caso de cambio brusco -
de plena carga a vacío, el aumento de presión en la
tubería forzada no sobrepasa el 25 % de la caída es-
tática.

Esta presión será garantizada por el contratista
como la máxima que deberá soportar la extremidad -
aguas abajo de la tubería de presión, como conse-
cuencia de los golpes de ariete que resulten de las
diferentes operaciones posibles.

d) Elevación de la velocidad angular

El aumento transitorio de velocidad cuando ocu-
rra un descenso repentino de la carga máxima, bajo-
cualquier caída de operación deberá exceder no me-
nos del 20 % de la velocidad de rotación nominal.

La elevación transitoria de velocidad se define:

$$\Delta N = \frac{N_{\max} - N}{N} \times 100$$

En el caso de la disminución brusca de la carga -

en el generador, el regulador deberá accionar progresivamente el distribuidor, que en el caso del cambio hasta las condiciones de vacío el tiempo de cierre será de 3 a 4 seg., con la finalidad de mantener la velocidad en los límites garantizados por el contratista debiendo retornar la velocidad de las turbinas a su régimen nominal sin oscilaciones perjudiciales.

El regulador deberá permitir una buena marcha en paralelo y efectuar modificaciones a voluntad las reparticiones de las cargas entre los grupos. El estatismo del grupo será ajustable entre 0 y - 6 %.

La velocidad del grupo podrá ser modificada gradualmente mediante un mando manual entre + 10% y - 10% de la velocidad de régimen.

En caso de falta de presión de aceite en el regulador, éste será diseñado para que el cierre de la turbina se produzca automáticamente, también se deberá prever en todos los regímenes de marcha el paso fácil de la regulación de mando manual a la regulación automática y viceversa.

Será previsto un mecanismo de disparo por exceso en la velocidad de rotación, destinado a parar el grupo cuando este sobrepase la velocidad predestinada y garantizada (embalamiento).

e) Efectos de Inercia

El contratista deberá determinar y garantizar el momento de inercia requerido que permite el control de la frecuencia y la estabilidad del sistema así como también para poder cumplir con los requerimientos de aumento de presión y velocidad de rotación.

El momento de inercia será determinado de modo que dos grupos pueden funcionar de una manera estable y segura con cualquier carga y en todas las

condiciones posibles de servicio, sin ninguna limitación.

5.4.3 Componentes de la Turbina

a) Carcasa (Espiral)

Será construída de fierro fundido modular en fibra cerrada de acuerdo a ASTM-48-A-278 clase - 30 o similar resistente a la corrosión y abrasión. El espesor y peso permitirá el alineamiento correcto y soportará los esfuerzos debido a la sobre - presión interna originado por el golpe de ariete - con factor de seguridad conveniente.

La carcasa será ensamblada a la corona directriz - y al cojinete del rotor con pernos de acero resis - tante a la corrosión. La carcasa será diseñada - de tal forma que permita la extracción de la parte móvil, así mismo vendrá provista de base para su cimentación a la base de anclaje.

b) Distribuidor

Será de acero fundido de alta resistencia mecánica compuesto de un soporte corona y álabes - guías pivoteados sobre este, ubicados alrededor - del rotor tal que permite el ajuste del flujo de agua hacia el rotor. El movimiento de los álabes - será de forma simultánea y gradual cuyo acciona - miento viene del regulador mediante una palanca - de extensión. En la parte de empalme con la car - casa serán sellados con empaquetadura al cual se - dedicará mayor atención en su diseño.

c) Rotor

El rotor se diseñará en base a las caracterís - ticas del sistema y con el análisis del agua se - determinará el material más apropiado. El número de álabes será definido por el fabricante y la - eficiencia a cualquier condición de carga será - un factor para su aprobación. El -

rotor será con acabado maquinado, pulido estáticamente y dinámicamente balanceado. Tampoco podrá presentar esfuerzos internos ni imperfecciones.

d) Cojinete de empuje axial

El cojinete del eje de la turbina será diseñado tal que absorba el empuje axial producido en el rotor y debe funcionar correctamente hasta la velocidad de embalamiento.

Será del tipo autolubrificante con metal anti-fricción, refrigerado por agua del aceite lubricante. El conjunto permitirá que el despiece rápido incluyendo el rotor de la turbina.

e) Potencia

En ningún caso el propietario está obligado a aceptar una turbina que tenga una potencia inferior a la nominal garantizada.

No obstante, si una turbina que no alcance la potencia nominal garantizada fuera aceptada, las siguientes penalidades serán aplicadas :

- Uno por ciento (1 %) del precio actualizado de la turbina por cada porcentaje de la diferencia entre la potencia nominal garantizada y la potencia media durante las pruebas definidas - en el subtítulo de "Pruebas y ensayo" de las presentes Especificaciones Técnicas.
- Si la potencia medida fuese inferior a cinco (5) Kw. al valor garantizado, la turbina será definitivamente rechazada, si el fabricante no ha conseguido reestablecer la parte de la potencia por debajo de este límite mediante modificaciones.

f) Variación de Velocidad

El propietario se reserva el derecho a rechazar todo el mecanismo del regulador que bajo el-

efecto de las variaciones de carga indicadas en el subtítulo de "Elevación de velocidad" no corresponden al valor garantizado por el contratista de un retorno a la velocidad de régimen. En caso en que la diferencia máxima entre la velocidad síncrona y el exceso de velocidad correspondiente a la descarga total de un grupo funcionando a la velocidad máxima fuese superior a la garantizada, se permitirá una tolerancia del 10 % de esta diferencia. Por encima de esta tolerancia del 10 %, al cual el contratista no ha podido reestablecer el reglaje dentro de los límites de este valor; será aplicado una reducción del 2 % (dos por mil) del precio actualizado de la turbina por cada 1 % de exceso de velocidad garantizado.

En ningún caso el propietario estará obligado a aceptar una turbina en la que la diferencia de velocidad tal como se ha indicado anteriormente sea superior al 15 % del valor garantizado.

g) Embalamiento

El rechazo de la turbina podrá ser efectuado si la velocidad de embalamiento es superior en 1 % a la de la velocidad de embalamiento garantizado. No será acordado ninguna tolerancia por inexactitud de medidas.

Si a la conclusión de las pruebas de embalamiento se ejecutadas según la duración fijada en el subtítulo "Embalamiento" de la siguiente sección se nota una degradación o una avería en cualquier parte de la turbina, este será modificado por el contratista sin costo alguno para el propietario y en el caso de imposibilidad de modificación la turbina será rechazada.

h) Ejes

Los ejes serán fabricados de acero Martín-Sie -

mens y se le dará tratamiento térmico. Será eje único para el rotor de la turbina y volante y poleas apoyadas en el cojinete de empuje axial y el cojinete guía.

El diseño permitirá la operación hasta el 25 % de la velocidad de embalamiento sin que ocurran vibraciones ni distorsiones perjudiciales.

El acabado será clasificado según normas ASME. Cada eje tendrá una longitud apropiada a la regulación y transmisión mecánica y deberá estar pulido en el lugar por donde pasan los cojinetes.

La precisión del eje terminado deberá mostrarse haciéndolo rotar e indicando la exactitud de las superficies importantes y las de rozamiento.

El fabricante de la turbina y el de los generadores deberá ponerse de acuerdo para definir el sistema de transmisión eficiente.

1) Cojinete Guía

El cojinete guía será de dimensión apropiada, localizado, que permita la transmisión mecánica sin vibraciones.

Los cojinetes serán forrados con un revestimiento de metal blando "Babbit" autolubrificante.

Los cojines permitirán el movimiento del eje tal que se pueda reajustar y desmontar. Los cojinetes deberán funcionar a todas las velocidades de operación hasta la velocidad máxima de embalamiento sin daños.

El soporte del cojinete será de acero fundido diseñado para soportar rígidamente el cojinete.

Los segmentos serán de hierro fundido o acero-revestido con metal antifricción de alta calidad. El metal antifricción debe ser maquinado en fábrica de manera que se ajuste perfectamente al eje.

5.4.4 Accesorios

a) Válvula de Ingreso

La válvula de ingreso será de acero fundido - bridado tipo compuerta de 10" ϕ , clase 200 lb/pulg² y el diseño será en base a la especificación ASA B.16.10. y ASTM 193.

El accionamiento de la válvula será manual, - en posición que permita la maniobra fácil.

En el suministro incluye pernos, arandelas, - empaquetaduras etc.

b) Válvula descargador de fondo

Será de fierro fundido con asiento de bronce - en la base de cierre. La válvula será del tipo - compuerta 5" ϕ , 150 lb/pulg². bridado y cumplirá - las especificaciones AWWA.

c) Manómetro

Se suministrará para medir presión de agua y - será del tipo "BOURDON" de las siguientes caracte - rísticas :

- . Diámetro : 100 mm.
- . Rosca empalme : 1/2" BSP conexión estandar
- . Borde frontal : Acero, esmalte negro y montaje estandar.
- . Elemento medida : Tubo Bourdon fabricado de - bronce fosforoso.
- . Error : $\pm 1\%$ máxima escala
- . Visor : Vidrio flexible
- . Dial : Aluminio, blanco esmaltado
- . Movimiento : Preciso
- . Sello reborde : A prueba de agua

5.4.5 Pruebas de ensayos

Las inspecciones y ensayos incluirán las condicio - nes que se detallan a continuación :

a) En Fábrica

Se registrará de acuerdo a la Norma CEI 193-1965 y su anexo.

- . Inspección de los rodetes mecanizados por flujos magnéticos o penetración de tinta.
- . Balanceo estático y dinámico del rodete
- . Inspección de los ejes :
 - . Una vez terminado cada eje se someterá a una inspección de flujo magnético o de penetración de tinta.
 - . Control de concentricidad
 - . Inspección ultrasónica de los pernos de acoplamiento.
 - . Inspección ultrasónica de los segmentos del cojinete.
 - . Control de la pintura anticorrosiva
 - . Ensayo del regulador de velocidad

El regulador se montará, alineará y ensayará en los talleres del fabricante. Se verificará el montaje y alineamiento.

Todos los interruptores ajustables, como interruptores de velocidad, presostatos, interruptores de posición, etc. serán instalados y probados. Todas las válvulas de seguridad se reajustarán adecuadamente. La estabilidad, banda muerta y tiempo muerto del regulador serán también registrados en los ensayos del taller.

- . Se realizará ensayo de la turbina en los talleres del fabricante según normas CEI, ASME para turbinas hidráulicas y/o las que ITINTEC señale.

Curvas y protocolo de pruebas certificado serán propuestos previo al transporte.

b) En Sitio

- . Prueba de funcionamiento de los reguladores.

- . Ensayo de rotación

Se realizará la comprobación de la rotación de acuerdo a normas CEI 545-1976 para turbinas hidráulicas.

- . Ensayo de potencia al eje.

La potencia al eje de las turbinas se determinará midiendo la potencia efectiva en los terminales del generador de acuerdo a CEI publicación 41 "Código Internacional para ensayos de aceptación para turbinas hidráulicas".

- . Ensayo de rendimiento

Los rendimientos de la turbina serán medidos y registrados termodinámicamente por el contratista de acuerdo a CEI publicación 41. El contratista incluirá en su proyecto el equipo necesario para realizar estos ensayos. Las acciones serán coordinadas con el proyectista.

- . Las variaciones de velocidad y presión en los cambios bruscos de carga se medirán y registrarán de acuerdo a CEI 41.

5.4.6 Garantías del Suministro

a) Generalidades

La construcción de los equipos será realizado según reglas de la tecnología actual.

La fabricación de todas las piezas del suministro deberán ser perfectamente ejecutadas, todos los materiales empleados deben ser de primera calidad.

Todas las piezas deberán ser diseñadas para poder resistir sin daño a los mayores esfuerzos transitorios expuestos normalmente.

El ensamble y montaje de la turbina será con vistas a asegurar el funcionamiento óptimo a las condiciones nominales y presentará la máxima seguridad durante las maniobras o los incidentes de explotación.

b) Ruidos y Vibraciones

El nivel del ruido considerado es la media cuadrática de las presiones sonoras registradas a un metro del límite de circulación normal. El fabricante procurará que este nivel no exceda de 92 decibeles para las marchas normales. En caso que este sea excedido, el fabricante y el propietario co laborarán para tratar de reestablecer eventualmente el ruido a un nivel conveniente.

El funcionamiento del grupo hidroeléctrico para cualquier régimen no debe crear vibraciones perjudiciales en la máquina.

c) Embalamiento

Todos los órganos de la turbina deberán ser diseñados para soportar sin inconvenientes (deformaciones permanentes, desajustes o juegos) la velocidad total de embalamiento para una duración máxima de cinco minutos sin producir calentamientos peligrosos, los cuales serán precisados por el fabricante.

De esta forma la temperatura del cojinete guía no debe sobrepasar 80°C después de cinco (05) minutos de marcha a la velocidad de embalamiento.

Los coeficientes de seguridad de los diferentes elementos de la turbina a la velocidad de embalamiento total serán precisados en las informaciones que deberá proporcionar el fabricante con su propuesta.

d) Resistencia a la presión

Todos los órganos que forman parte de la construcción y que esten sometidos a la presión del agua serán probados a 1.5 veces la presión que deberán soportar a condiciones nominales; teniendo en cuenta el golpe de ariete.

e) Oxidación y humedad

Todo componente que suele estar sometido a una fuerte humedad será de material que garantice el funcionamiento normal.

Todas las piezas que en contacto con el agua pudieran presentar signos de oxidación susceptibles de alterar el funcionamiento normal deberán ser recubiertos de metal inoxidable o ser de material inoxidable.

5.4.7 Montaje

El montaje se realizará teniendo presente las siguientes especificaciones.

El montaje comprende desde la llegada de los equipos a la obra, tiempo de almacenamiento, si existe hasta la puesta en marcha de la central.

Previo al montaje el montador mecánico y el montador eléctrico coordinarán bajo la inspección del Ingeniero Residente.

Se deberá comprobar que se hayan efectuado todos los agujeros en los muros, anclajes y canales necesarios para la ruta de cables.

La determinación de la línea de ejes será de nivelación rigurosa, se fijarán en los fundamentos previamente construidos, la turbina, el regulador, el cojinete guía por medio de concreto 210 Kg/cm^2 . Será muy indispensable lograr el alineamiento perfecto del eje de la turbina y del eje del generador ambos ejes deben ser paralelos con la nivelación respectiva. La tensión en las fajas deberá comprarse que se encuentre en el valor recomendado.

El contratista tendrá a su cargo todos los trabajos, suministro y prestaciones de servicio de toda clase, necesarios para el montaje de las turbinas y

la puesta en marcha.

5.5 Regulador

5.5.1 Generalidades

El suministro de los reguladores será para el control de turbinas hidráulicas de la forma más simple y económica. La definición y parámetros necesarios para describir el comportamiento del sistema de regulación será de acuerdo a la Norma CEI 308 - 1970 "Código Internacional para la prueba de velocidad del sistema de regulación para turbinas hidráulicas".

Será del tipo oleomecánico y de construcción compacta en sola unidad incluyendo el recipiente del aceite y sistema de bombeo.

La característica principal permitirá operar en paralelo grupos hidroeléctricos de manera manual y automática.

5.5.2 Capacidad y ajuste

Los reguladores deberán tener la capacidad mínima de 75 Kg/mt. y al mismo tiempo requerirán la más mínima presión de aceite a todas las cargas en el accionamiento de la corona directriz y que será ajustable en capacidad y tiempo de cierre o apertura.

5.5.3 Características de operación

El regulador controlará la turbina sin oscilaciones a cualquier velocidad entre el 90 y 110 % de la velocidad de régimen, operando de manera aislada o en paralelo con otro grupo hidroeléctrico a cualquier carga entre cero y la correspondiente máxima apertura del distribuidor.

El regulador se considerará estable si la magnitud de pico a pico de la oscilación permanente de la velocidad ocasionado por el regulador ajustado -

al 2 % ó más del estatismo, no exceda el 0.3 % de la velocidad de régimen siempre y cuando la demanda de la carga sea constante.

El tiempo de cierre y apertura del distribuidor será ajustable.

El regulador deberá realizar su función de controles para una desviación de velocidad de más del 0.2 % de la velocidad de régimen para cualquier - apertura del distribuidor.

El tiempo muerto del regulador no excederá de - 0.2 segundos con un cambio súbito de carga del 10% ó más de la potencia nominal de la turbina.

5.5.4 Accionamiento

El regulador será accionado a través de fajas - desde el eje de la turbina. La velocidad de la faja será determinada por la razón de los diámetros de las poleas del eje de la turbina y las poleas - del regulador, de tal modo que la velocidad de la polea en el regulador sea de 800 a 1200 rpm.

5.5.5 Características Constructivas

Todos los componentes del sistema del regulador serán fabricados en una sola unidad con materiales de acuerdo a normas ASME para "Sistemas Hidráulicos con Aceite".

a) Estructura y componentes

La estructura será de acero fundido con una capacidad adecuada al sistema de regulación, so bre él contendrá todos los componentes del sistema hidráulico.

- Depósito del aceite
- Bomba de engranajes
- Péndulo centrífugo o similar
- Válvula piloto
- Válvula de distribución

- Servomotor
- Mecanismo realimentador y estabilizador
- Accesorios

b) Sistema de Bombeo

Cada regulador estará provisto de un sistema de bombeo de aceite incorporado. La bomba será del tipo engranajes o similar accionado desde el eje de la turbina por medio de fajas y será diseñado para rotar en una sólo dirección. La bomba será diseñada para operación continua y presión de aceite necesaria.

c) Accesorios

Se suministrará indicador de operación, señalización, nivel de aceite y manómetro.

d) Maniobras principales

d1) Variador del estatismo

El regulador vendrá provisto con un dispositivo de accionamiento manual para ajustar el estatismo desde 0 al 6 %.

El sistema permitirá variar el estatismo sin parar la unidad y clavija de seguridad.

d2) Dispositivo de seguridad para sobrevelocidad

En el caso de sobrevelocidad en la turbina, el regulador debe realizar la orden de cierre del distribuidor al ser accionado por el relé de sobrevelocidad. El dispositivo de sobrevelocidad será ajustable de 100 al 150 % de la velocidad nominal.

d3) Dispositivo de seguridad por falta de transmisión mecánica

Para el caso de producirse rotura de la faja de transmisión de potencia el dispositivo de seguridad del regulador accionará una alarma.

5.5.6 Transporte y almacenamiento

El regulador será transportado con sumo cuidado evitando fuerzas mecánicas que puedan dañar el equipo.

En la recepción del equipo se retirará el contenedor del transporte y se examinará la unidad minuciosamente a fin de comprobar que no ha sufrido daño durante el transporte y verificará la lista de componentes según guía de remisión.

De inmediato se almacenará en un lugar seco a prueba de agua e inundaciones. Deberá mantenerse siempre cubierta con material impermeable durante el almacenamiento para mantener la más mínima acumulación de suciedad.

5.5.7 Montaje

Previo al montaje del regulador, se limpiará usando tela seca limpia y algún disolvente para retirar cualquier grasa o compuesto utilizado para el transporte y conservación durante el período de almacenamiento.

Toda grasa deberá ser limpiada principalmente en las articulaciones y cojinetes para prevenir posibles atascamientos. Después se lubricarán las articulaciones y cojinetes con el lubricante apropiado.

Después que el equipo ha sido limpiado, incluyendo la base de anclaje, se colocará sobre la base y anclajes previamente nivelado, para ello se usarán laminas de nivelación y se alineará la varilla de extensión del servomotor con el acoplamiento del distribuidor de la turbina, que no debe que dar mal acoplado con lo que se logrará que el servomotor realice su carrera completa.

Es preciso tener presente el sentido de rota -

ción de los ejes del regulador.

Item	Descripción	Dato
1	<u>Datos Principales</u>	
1.01	Tipo	Francis
1.02	Posición del eje	Horizontal
1.03	Sentido rotación (Visto desde el generador)	Horario
1.04	Número de turbinas	2
1.05	Caída bruta nominal	56 mts.
1.06	Caída neta nominal	52 mts.
1.07	Caudal nominal por unidad	0.190 mt ³ /seg.
1.08	Potencia nominal para la caída neta	85 Kw.
1.09	Velocidad angular nominal	1400 rpm.
1.10	Longitud de la tubería de presión	106 mts.
1.11	Diámetro de la tubería de presión	0.457 mts.
1.12	Diámetro de los colectores de admisión	0.304 mts.
1.13	Momento de inercia del generador	3.49 Kg-mt ²
1.14	Momento de Inercia de la volante	148.30 Kg-mt ²
1.15	Momento de inercia de la unidad incluyendo todas las partes rotantes.	155.00 Kg-mt ²
1.16	Tiempo de cierre para el diseño volante	3 seg.
2	<u>Datos de Garantía de la Turbina</u>	
2.01	Potencia máxima bajo caída neta (52 mt)	86.5 Kw.
2.02	Potencia mínima bajo caída neta (52 mt)	83.0 Kw.
2.03	Rendimiento bajo caída neta (52 mt)	85 %
2.04	Rendimiento a 9/10 carga	85 %
2.05	Rendimiento a 1/10 carga	84 %
2.06	Rendimiento a 5/10 carga	82 %
2.07	Rendimiento a 3/10 carga	80 %
2.08	Incremento transitorio de la velocidad después de rechazada la carga.	
	100 %	20 %
	50 %	
	25 %	

Item	Descripción	Dato
2.09	Velocidad de embalamiento	2800 rpm.
3	<u>Datos Sistema Regulación</u>	
3.01	Tiempo de cierre del distribuidor	3 a 4 seg.
3.02	Tiempo de apertura del distribuidor	3 a 4 seg.
3.03	Máxima elevación de presión para 3 seg.	68.7 mts.
3.04	Elevación transitoria de presión para - descarga brusca de 100 a 0 %.	20 %
3.05	Mínima capacidad de trabajo del regula- dor.	85 Kg-mt.
3.06	Accionamiento del regulador	Eje turbina

Item	Descripción	Dato
<u>Datos de Diseño a proporcionar a Fabricante</u>		
Turbina		
1)	Rodete	
	- Diámetro nominal del rodete	
	- Diámetro extensión del rodete	
	- Material	
	- Fabricante de la fundación	
	- Tipo de transmisión del momento de rotación	
	- Número de álabes	
	- Ancho del rodete a la entrada del agua	
2)	Eje de Turbina	
	- Material	
	- Longitud total	
	- Diámetro mínimo	
	- Diámetro en la zona del cojinete	
3)	Carcasa	
	- Material	
	- Espesor	
	- Longitud desarrollada	
4)	Coefficiente de Seguridad	
	- El coeficiente admitido en el caso de <u>velocidad</u> embalamiento para el cálculo	
	Rodete	
	Eje de turbina	
	Cojinete guía	
5)	Pérdidas totales a la potencia nominal	
	- En regulación	
	- En cojinete guía	
	- En otros órganos auxiliares susceptibles de procurar pérdidas.	
6)	Dispositivo de Control	
	- Sobrevelocidad	
	- Medidor de caudal	
	- Indicador de presión	

Item	Descripción	Dato
7)	Lubricación	
	- Tipo	
	<u>Pesos</u>	
	<u>Turbina</u>	
	- Peso del rodete	
	- Peso del blindaje	
	- Peso del eje	
	- Peso de la carcasa	
	- Peso total de suministro	
	- Dimensiones	
	<u>Regulador</u>	
	- Peso del regulador	
	- Dimensiones del regulador	
	- Tipo de actuador	Servomotor
	- Insensibilidad del regulador	±
	- Presión de trabajo máximo del regulador	100 Kg-m.
	- Rango del ajuste de velocidad	
	- Capacidad del regulador a la presión de diseño.	
	En apertura	
	En cierre	
	- Carrera del servomotor	
	- Dirección del movimiento del eje del regulador.	Horizontal

5.6 Generador

5.6.1 Generalidades

El suministro de las presentes especificaciones comprende dos (02) generadores síncronos trifásicos sin escobillas con potencia nominal de 75 Kw cada uno y tensión nominal de salida de 230 Volts. trabajando a una velocidad de rotación de 1800 rpm. y factor de potencia de 0.80.

La disposición de montaje de los dos generadores será de eje horizontal y estará accionada por la turbina mediante un sistema de transmisión mecánica apropiada - definida conjuntamente con el fabricante de la turbina.

El suministro de los generadores comprende el sistema de excitación, regulación de tensión, refrigeración - mediante ventiladores, bases de apoyo para su cimentación, incluyendo todos los accesorios para la instalación completa.

Los generadores estarán provistos de adecuada base - para apoyo en el piso de la cimentación siendo su sentido de rotación antihorario visto desde la turbina.

El diseño de los generadores será tal que soporte velocidades de rotación que excedan como mínimo en un diez (10) por ciento de la velocidad de embalamiento. Así mismo debe asegurarse que el momento de Inercia $J = mD^2$ de las partes rotatorias esté en concordancia con el de la volante y permita el buen funcionamiento del regulador y de los dispositivos del control.

La capacidad de sobrecarga y cortocircuito debe estar asegurada mediante un buen dimensionamiento del sistema de excitación.

El sistema de excitación será manual y automático,

y debe permitir la operación en paralelo.

La oferta de suministro debe incluir todos los elementos de apoyo, los perfiles constructivos de apoyo, pernos de anclaje, placas de nivelación, pernos, tuercas, ventilación, cubiertas y demás elementos requeridos para el montaje, nivelación y estabilización correcta. Además debe incluirse toda la información técnica, tales como catálogos, folletos, certificado de pruebas y esquema de conexiones.

5.6.2 Normas de Fabricación

Las bases del diseño, condiciones de fabricación, parámetros de diseño, pruebas, funcionamiento óptimo, condiciones de servicio, operación en paralelo, forma de onda y pruebas de recepción se sujetarán a NEMA 22 "Motor and Generator" 1978, ó British Standard B2613 "The Electrical Performance of Rotating Electrical Machinery".

5.6.3 Características Principales

En resumen las características principales son:

<u>Tipo</u>	<u>Sin escobillas auto excitado</u>
Potencia nominal activa	75 Kw
Tensión nominal en los bornes.	230 Volts.
Frecuencia nominal	60 Hz.
Número de fases	3
Factor de potencia	0.80
Velocidad de rotación	1800 rpm.
Márgen de regulación	$\pm 5\%$
Disposición del eje	Horizontal
Refrigeración por aire	
Aislamiento	Estator : Clase F Rotor : Clase B
Altitud de operación	2600 m.s.n.m.

5.6.4 Componentes del Generador

a) Estator

El armazón del estator será construido de plancha de acero rolado y soldado, provisto para sujección en el piso de la cimentación y suficientemente rígida para resistir los esfuerzos resultante- debido al peso del rotor y fuerza de transmisión- de potencia mecánica.

El hierro del estator será de planchas del material que permite la más mínima pérdidas por higterisis y corrientes parásitas y estarán cubiertas de barniz a ambos lados.

El devanado del estator será de trifásico de - conexión estrella 230/133 volts., preparado para- aterramiento o no.

La clase de aislamiento será de acuerdo a la - recomendación de IEE Std.115. "Test Procedure for- Synchronous Machine" y la elevación de temperatura bajo condiciones de carga no debe exceder de 105° C para la clase de aislamiento F según NEMA 22-40 "Motor and Generator".

El devanado del estator considerado como la - parte más importante del generador deberá ser diseñado y fabricado para absorber y amortiguar las exigencias más duras de sobretensión y esfuerzo - térmico y dinámico de corto circuito, con esta fi nalidad se reforzará su resistencia si es necesario adicionando devanados amortiguadores.

Las bobinas del devanado del estator, el relle no de las ranuras y el recubrimiento de estas úmbi mas se suministrarán revestidas con una capa de barniz o material análogo. Estos barnices no se - rán solubles en agua ni higroscópicos.

La disposición de los componentes del estator-

deberá ser tal que se logre una refrigeración eficiente mediante flujo de aire impulsado por los ventiladores axiales de fundición de aluminio o plástico resistente al calor.

La protección del devanado del estator y de las partes giratorias deberá estar asegurada por un revestimiento de laminas de acero reforzado con nervios.

b) Rotor principal e inducido del excitador

El rotor del generador será del tipo de polos salientes o cilíndrico compuesto de láminas de acero de alta resistencia sujetadas entre sí mediante un acople adecuado.

Las bobinas estarán constituidas por bandas de cobre electrolítico formado por arrollamientos planos y halados firmemente con la finalidad de resistir los efectos ocasionados por la fuerza centrífuga y corriente de cortocircuito inducido desde el estator.

La clase de aislamiento será del tipo B.

El diseño del rotor deberá absorber los esfuerzos combinados que se originan en la operación y vendrá perfectamente balanceado estática y dinámicamente.

El diseño del inducido del excitador comprenderá las especificaciones del estator y rotor, y será definido por el fabricante.

c) Eje

El eje del generador será fabricado con acero forjado al carbono de una sola pieza debiendo estar tratada térmicamente. Su superficie exterior deberá estar maquinado y pulido en la zona de contacto con el cojinete.

El eje del generador será diseñado de forma-

que las solicitudes debido a los esfuerzos mecánicos como las que pueda presentarse en el caso de cortocircuito, no sobrepase los valores admisibles del material.

La polea del sistema de transmisión mecánica será centrada de manera tal que exista fuerzas radiales sobre el eje y será ubicado seguido al ventilador.

Todos los pernos, tuercas, contratueras, herramientas, así como los refuerzos especiales y accesorios para el acabado deberá ser suministrado por el fabricante.

d) Cojinete

Todos los cojinetes serán del tipo rodaje de buena calidad comprobada, los cuales serán sellados a prueba de polvos.

Con la finalidad de evitar corrientes en el rodamiento estos deberán ser aislados.

En la oferta se detallará las características físicas y mecánicas de los rodamientos.

e) Sistema de enfriamiento

El enfriamiento del generador será mediante flujo de aire por el entrehierro impulsado por un extractor centrífugo ubicado en un extremo del rotor.

El extractor será de aluminio fundido o material plástico resistente al calor y daños mecánicos que facilite su mantenimiento.

El sistema de ventilación deberá diseñarse de modo que no sean superados en ningún momento por la temperatura máxima que puede soportar la máquina de acuerdo a la altitud de instalación del generador.

f) Sistema de excitación y regulación de tensión

El sistema será autoexcitado sin escobillas de -

respuesta rápida, con capacidad de proporcionar una amplia excitación sin sobrepasar los valores nominales de carga continua y deberá amortiguar las variaciones de velocidad de la turbina y con autoprotección contra baja velocidad.

Del mismo modo el sistema de excitación deberá permitir la operación en paralelo de manera satisfactoria bajo cualquier condición de carga.

La regulación de tensión será del tipo estático (dispositivos electrónicos de estado sólido) con tiristor derivador de características de regulación estática. Este control debe mantener hasta una variación del $\pm 1\%$ de la tensión entre vacío y plena carga, con factores de potencia desde 1 a 0.80 y carga balanceada a 60 Hz. El regulador de tensión incluirá un reóstato para la calibración de las tensiones de salida de acuerdo a los requerimientos del propietario, un equipo de sensado trifásico de tensión y un sistema que permita mantener la corriente de excitación por un período que garantice el funcionamiento de los dispositivos de protección externa.

Durante el transporte deberán tener el mismo cuidado que requiere un equipo electrónico convencional, almacenándolo en lugar seco, fresco y protegido contra daño mecánico.

g) Rótulo de Generadores

Según las normas de fabricación, el rótulo contendrá la siguiente información :

Nombre del fabricante, número de serie, año de fabricación, tipo, etc.

Norma de fabricación

Potencia nominal de salida : Kw

Frecuencia nominal : Hz

Factor de potencia

Capacidad de sobrecarga	: %
Clase de aislamiento - Estator	
- Rotor	
Velocidad nominal	: rpm.
Tensión nominal en los bornes	: V
Corriente nominal	: A
Número de fases	
Máxima corriente de campo	: A
Máxima tensión de excitación	: V
Altitud de operación	: m.s.n.m.
Peso	: Kg.

5.6.5 Forma de onda

La forma de onda será un requisito imprescindible para la aprobación del suministro. La desviación - permisible (medidas sobre las ordenadas) de la onda de tensión generada en sus terminales en condiciones de vacío respecto de una onda seno equivalente norma lizada debe ser tal que al superponerse no excederá - 10 % de la máxima ordenada de la onda seno equivalen te, dicha onda seno tendrá el mismo valor eficaz y - frecuencia.

5.6.6 Tolerancias

Las tolerancias permitidas se regirán de acuerdo - a la siguiente tabla :

Descripción	Tolerancia
a) Eficiencia :	
- Pérdidas totales	- 0.1 de (100- η)
- Pruebas de entrada y salida	- 0.15 de (100- η)
	η : eficiencia en %
b) Reactancias	\pm 30 % del valor - establecido.
c) Regulación de tensión inherente	\pm 20 % de la <u>regula</u> ción establecida - con una variación de hasta \pm 2% de - tensión nominal.

5.6.7 Repuestos y herramientas

El proveedor suministrará los repuestos necesarios de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Así mismo se incluirá un juego completo de herramientas especiales.

5.6.8 Pruebas de ensayo

Las pruebas de ensayo y de operación del generador se registrará de acuerdo a Normas NEMA 22 (40 a 52) ó BS 2613 Sección X de los cuales se resume y recomienda :

- Forma de onda
- Elevación de temperatura
- Máxima sobrecarga transitoria
- Máxima desviación de tensión
- Eficiencia
- Capacidad de cortocircuito
- Sobrevelocidad permisible
- Prueba de alto potencial
- Balanceo dinámico

5.6.9 Operación en paralelo

La operación en paralelo de dos o más generadores o acoplamiento a un sistema existente será de entera responsabilidad de los fabricantes del regulador de velocidad y del regulador de tensión respectivo. Para esto el fabricante del generador proporcionará los datos necesarios. El reparto de la potencia activa y reactiva será un factor que determine la aprobación de la operación en paralelo.

5.6.10 Montaje

El montaje del generador se efectuará conjuntamente con los técnicos del fabricante y montadores de la turbina. Se empleará personal calificado con experiencia en trabajos similares.

- a) Recepción, desembalaje y manipulación

Al recibir el generador se examinará cuidadosamente para determinar si se produjo algún daño durante su transporte. Se verificará el suministro de componentes, repuestos y herramientas. Se cumplirán todas las instrucciones del fabricante referente al izaje, manipuleo, etc.

b) Almacenamiento

El generador se almacenará en un depósito seco y limpio que no esté sujeto a cambios bruscos de temperatura y humedad. Finalmente se le cubrirá con tela impermeable.

c) Inspección y pruebas de aislamiento

Previo al montaje se inspeccionará el generador, seguidamente se medirán las resistencias de campo e inducido y del mismo modo del excitador. Se comprobará la resistencia del aislamiento mínimo usando un megohmímetro, cuyo valor debe superar a :

$$R_a = \frac{\text{Tensión nominal}}{1000} + 1 \quad (\text{Mr})$$

Si la máquina ha estado almacenada durante algún tiempo se procederá a deshumificar usando algún método recomendado por el fabricante.

d) Montaje

El generador será suministrado con eje extendido y canal chavetero. Se seguirá las recomendaciones del fabricante. Las poleas y uniones deberán forzarse con golpes ligeros para que se fijen al eje del alternador, en ningún momento se deberá aplicar grandes presiones por seguridad del cojinete.

El generador deberá mantenerse sobre rieles de deslizamiento provisto de tornillos de ajuste. El sistema de transmisión mecánica deberá disponerse de tal modo que el lado flojo de la correa se encuentre en la parte superior de la polea.

Item	Unid.	Dato
I. <u>Características Generales</u>		
Número de fases		3
Tipo de montaje		Interior
Disposición del montaje		Horizontal
Potencia nominal c/u	KVA	93.75
Factor de potencia		0.80
Tensión nominal	Volts.	230
Tensión máxima admisible	Volts.	240
Frecuencia	Hz.	60
Velocidad de rotación	rpm.	1800
Velocidad de embalamiento	rpm.	3600
Momento de inercia	$I_g\text{-mt}^2$	4
Tipo de excitación		Autoexcitado sin escobillas
Número de unidades		2
II. <u>Características Complementarias</u>		
- Potencia disponible a $\text{Cos } \theta = 1$ y 110 % V	Kw	
$\text{Cos } \theta = 1$ y 90 %	Kw	
- Capacidad de cortocircuito	Amp.	
- Sobrecarga admisible permanente a $\text{Cos } \theta = 0.80$ en % potencia nominal.	%	
- Carga inductiva sobreexcitado a $\text{Cos } \theta = 0$ para :		
Tensión máxima	KVAR	
Tensión nominal	KVAR	
- Aumento de la tensión en caso - de descarga brusca (velocidad - y excitación nominal constante) en % tensión nominal a :		
$\text{Cos } \theta = 1$		
$\text{Cos } \theta = 0.80$		

Item	Descripción	Unid.	Dato
-	Potencia sincronizante	Kw.	
--	Corriente de cortocircuito :		
	Para excitación de marcha en vacío a la tensión nominal :		
	. Corriente permanente trifásica	KA	
	. Corriente entre dos fases	KA	
	. Entre una fase y tierra	KA	
-	Corriente inicial de cortocircuito - para la excitación de marcha a plena carga a $\cos \theta = 0.80$ y tensión nominal :		
	. Corriente inicial de cortocircuito	KA	
	. Corriente asimétrica trifásica	KA	
	. Corriente permanente	KA	
-	Reactancia transitoria		
-	Reactancia subtransitoria		
-	Reactancia síncrono		
-	Constante de tiempo de la componente continua.		
-	Naturaleza del puente rectificador		
-	Arrollamiento estator :		
	. Tipo de acoplamiento		
	. Número de polos		
	. Modo de bobinado		
	. Clase de aislamiento		
-	Arrollamiento rotor		
	. Tipo de acoplamiento		
	. Número de polos		
	. Modo de bobinado		
	. Clase de aislamiento		
-	Arrollamiento de amortiguación		
-	Enfriamiento		
-	Rendimiento		
-	Pérdidas totales para $\cos \theta = 1$:		

Item	Descripción	Unid.	Dato
	. 10/10 carga		
	. 8/10 carga		
	. 6/10 carga		
	. 4/10 carga		
-	Pérdidas totales para $\text{Cos } \theta = 0.80$		
	. 10/10 carga		
	. 8/10 carga		
	. 6/10 carga		
	. 4/10 carga		
-	Excitación sin escobillas		
	. Tiempo de respuesta	Seg.	
	. Potencia nominal	Kw.	
	. Tensión nominal d.c.	Volt.	
	. Sobrecarga admisible	%	
	. Características de arrollamiento		
	. Clase de aislamiento		
	. Rizado de la corriente de exci - tación.	%	
	. Rendimiento del sistema de exci - tación.		

5.7 Aparatos y dispositivos de maniobra, control, protección, medida y señalización

5.7.1 Objeto

Las presentes especificaciones cubren las características y condiciones del suministro, inspección pruebas, transporte e instalación de los aparatos y dispositivos de maniobra, medida, protección y señalización para el sistema de generación hidroeléctrico ubicado a 2600 m.s.n.m.

5.7.2 Alcance

El alcance de la presente sección es el suministro e instalación de los tableros para :

- Dos grupos hidroeléctricos operando en paralelo, incluye el circuito totalizador.
- Subestación de salida

5.7.3 Normas

La fabricación, pruebas e instalación se regirán de acuerdo a CEI (Comisión Electrotécnica Internacional); ITINTEC y/o alternativamente todas las que señalaren ANSI, IEEE, NEMA; VDE, DIN ó BS.

5.7.4 Descripción

El mando de cada uno de los grupos podrá realizarse local y semiautomático a distancia.

a) Mando y control

El mando y la señalización de cada grupo se ubicará en los tableros de cada grupo situado en la sala de máquinas desde donde se podrá efectuar o señalar las siguientes funciones :

- Mando y control del interruptor principal y del interruptor de excitación respectivamente.
- Disposición para la marcha en paralelo o individual.
- Control de la secuencia de operación para el arranque y parada de cada grupo.
- Señalización del proceso de ajuste de la velocidad.

- Parada de emergencia
- Ajuste de la regulación de tensión

Además del mando semiautomático también podrá - efectuar mando manual de arranque y parada. Las señalizaciones serán mediante luces intermitentes, y para las fallas más comunes se complementará con alarma acústica de reposición manual.

Durante el diseño y proyecto del equipo principal, así como de los suministros de los aparatos de maniobra pueden introducirse ciertas modificaciones y ediciones a estas indicaciones.

La sucesión de los mandos de puesta en marcha y parada respectivamente será consecutiva, un nuevo paso podrá realizarse sólo cuando se haya cumplido el antecedente correspondiente y con cluye cuando el grupo alcanza la velocidad de régimen o detenido respectivamente.

El cronograma definitivo de la puesta en marcha y parada debe ser elaborado por el contratista y suministradores de la turbina, regulador de velocidad, generador y tablero.

b) Sistema de protección

El sistema de protección se realiza por medio de relés del tipo electromagnético o estático para conexión secundaria en corriente y primaria - para la tensión. Los relés de protección comprometidos de acuerdo al tipo de falla y anomalía - iniciarán simultáneamente o individualmente :

- Accionamiento del interruptor principal
- Accionamiento del interruptor de excitación
- Cierre del distribuidor de la turbina
- Señalizaciones correspondientes

El interruptor quedará bloqueado hasta la reposición manual.

La característica de simultaneidad y coordinación de la protección será definido por el proveedor o el contratista y aprobado por el propietario.

Las protecciones básicas que se considerarán son : contra máxima intensidad, sobrecarga, potencia inversa, sobretensión, sobrevelocidad, mínima frecuencia y sobrecarga del circuito de excitación.

c) Circuito totalizador y de sincronización

Se dispondrá de un tablero en el circuito totalizador que controla el flujo de energía de ambos grupos, allí se instalarán los instrumentos más esenciales.

La sincronización se realizará mediante el interruptor principal del grupo a poner en paralelo y será de forma manual utilizando los instrumentos de sincronización que serán ubicadas en el tablero totalizador.

d) Tablero de puesta a tierra

Se instalará un tablero de puesta a tierra con la finalidad de canalizar a una barra común los conductores de puesta a tierra. El sistema debe asegurar la protección contra contacto indirecto de los equipos.

e) Maniobra y protección del lado de media tensión

En el lado de media tensión será a 10 Kv. con neutro efectivamente aterrizado, en el circuito de salida de la subestación la maniobra será manual mediante seccionador - fusible tripolar accionado por pértiga, esta se ubicará en una celda al costado de la celda del transformador de salida.

Se protegerá contra falla a tierra con relé de buena sensibilidad, instalado en el neutro, el -

relé de falla a tierra se verificará y si es necesario se reajustará su regulación, dicho relé accionará el interruptor del circuito totalizador.

5.7.5 Condiciones Particulares

a) Garantías del suministro

Todos los aparatos y dispositivos serán suministrados garantizados, con vistas a asegurar el funcionamiento normal y las exigencias del servicio a prestar, por lo tanto deben estar libres de defectos.

El contratista garantizará que funcionen adecuadamente bajo diferentes condiciones de carga, esfuerzos térmicos y mecánicos y que en el diseño se ha considerado un factor de seguridad apropiado.

Como consecuencia de algún defecto, el contratista procederá a su reemplazo sin ningún costo adicional para el propietario.

b) Ensayos y pruebas

El proveedor de cada uno de los aparatos y dispositivos a suministrar, deberá efectuar durante la etapa de fabricación todas las pruebas que señalen directamente o implícitamente en las Especificaciones Técnicas.

c) Pruebas en Fábrica

El comprador se reserva el derecho de estar presente en todas las pruebas en fábrica a las que se somete los aparatos y dispositivos.

Bajo condiciones similares serán :

- a) Pruebas mecánicas
- b) Pruebas térmicas
- c) Pruebas dielécticas
- d) Pruebas cortocircuito

El fabricante del tablero presentará los ensayos o protocolo de pruebas certificadas.

d) Pruebas en sitio

d1) Generación

Al término del montaje electromecánico total de los grupos hidroeléctricos, se realizará la prueba de puesta en servicio, la que será efectuada por el fabricante del tablero y el contratista.

Las pruebas se resumen en :

- . Revisión del diagrama de conexiones utilizado por el instalador.
- . Inspección general del equipo, verificando todas las conexiones que llegan a sus terminales.
- . Medir la resistencia de aislamiento de todos los circuitos, para ello es necesario retirar todo equipo estático y conexión a tierra de los aparatos.
- . Probar la relación y polaridad de los transformadores de intensidad.
- . Inspeccionar y probar los interruptores relés, medidores por inyección directa y secundaria.
- . Verificación de los circuitos de disparo y alarma.

En esta etapa se realizará la regulación definitiva del relé de falla a tierra y se verificará la coordinación de la protección.

d2) Subestación de salida

- Generalidades

Al término de las obras el contratista deberá efectuar todas las verificaciones y pruebas, para ello suministrará el equipo-

de pruebas necesario con su certificado de contraste.

- Inspección

En el proceso de recepción se comprobará las características de los equipos suministrados, tomando como referencia los datos de placa.

Se realizará una inspección sobre el montaje de los equipos y accesorios. Se realizarán mediciones de las distancias mínimas de seguridad.

- Protocolo de pruebas

Transformador

- . Revisión de empaquetaduras
- . Control de montaje y conexionado : fijación del transformador.
- . Control de accesorios
- . Comprobación de los Tap de regulación
- . Inspección del relé Buchholz (opcional)
- . Medición del aislamiento con megohmetro mayor de 2500 vcc.
- . Se someterá el aceite a una prueba de rigidez dieléctrica.
- . Verificación del funcionamiento del conmutador en todas sus posiciones.
- . Prueba de tensión gradual con el transformador en vacío.
- . Prueba de cortocircuito

- Seccionadores

- . Control de placa según protocolo en fábrica.
- . Control del montaje y conexionado
- . Control del mecanismo de accionamiento
- . Operaciones de apertura y cierre simultáneos de los contactos.

- . Prueba de la medición de la resistencia - de aislamiento con megohmetro mayor de - 2500 V.

- Pararrayos

- . Verificación de la instalación
- . Control de puesta a tierra
- . Control de datos de placa

- Relé de falla a tierra

En esta prueba se aplicarán corrientes - y se registrarán el ajuste y tiempo de disparo.

e) Transporte y Almacenamiento

Todos los tableros de baja tensión y equipo de media tensión serán despachados a la central con plizas de seguro asumida por el proveedor, se incluirán folletos de instrucciones de transporte y almacenamiento que impidan daños durante el transporte y manipuleo.

Todos los aparatos que resulten deteriorados durante el transporte serán reemplazados.

f) Herramientas y repuestos

El proveedor suministrará los repuestos necesarios de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Así mismo, el proveedor suministrará juego completo de herramientas especiales y equipo probador de los aparatos de mando y protección con descripción del uso destinado.

g) Documentación técnica

A la firma del contrato el proveedor suministrará toda la documentación técnica, planos, ensambles, diagrama de conexiones del tablero y fo-

lletos de cada uno de los aparatos.

Todas las descripciones serán elaboradas en forma detallada que brinden una idea clara del equipamiento del tablero.

- . Aparatos de maniobra y componentes
- . Característica de los medidores y sus transformadores de intensidad.
- . Características de los relés de protección y sus transformadores de intensidad.
- . Características sobre los elementos de señalización y alarma.
- . Accesorios en general.

5.7.6 Sistema de Baja Tensión

a) Generalidades

Los aparatos y dispositivos detallados en las presentes especificaciones, comprende el suministro del tablero diseñado para 600 V a.c. Las dimensiones del compartimiento serán suficientes para recibir barras, interruptores, instrumentos de medida, dispositivos de protección, señalización y accesorios en general. Los aparatos del tablero deben cumplir las normas señaladas en el numeral 7.3.

b) Características de servicio

Los aparatos del tablero serán suministrados para uso interior con tensión nominal 600 V y operación a 230 V, 60 Hz, sistema trifásico con neutro aislado.

c) Fabricación del compartimiento

El compartimiento será fabricado con perfil estructural de fierro soldado entre sí con tapa frontal retirable. Se cubrirá con plancha laminada en frío de espesor apropiado. La cubierta y

los componentes soldados serán limpiados químicamente con tratamiento de bonderizado o fosfatizado en caliente y lavado. Después de terminar el ensamble se cubrirá con una capa de pintura anticorrosiva ANSI 61 o similar de color gris oscuro. Finalmente se le dará un acabado con pintura esmalte de color gris a toda la superficie exterior.

Se proveerá un sistema de bloqueo del interruptor cuando es cerrado, también un sistema de aislamiento coordinado para cuando se realice la revisión interior.

d) Interruptor

d1) Generalidades

El equipo de maniobra de cada unidad de generación y del circuito totalizador se suministrará de tal manera que pueda funcionar:

- Accionamiento manual (mecánico)
- Accionamiento automático (eléctrico)

Bajo condiciones normales de servicio el mando del interruptor será manual (mecánico).

d2) Características generales

El interruptor se suministrará para maniobra a baja tensión, clase 600 V, tripolar de montaje fijo, eléctricamente y mecánicamente operado.

Será del tipo en caja moldeada y tendrá una cámara de extinción de arco eléctrico, terminales de contacto e indicador de operación. El accionamiento eléctrico será por medio de una bobina paralela incorporada (SHUNT TRIP) y tendrá además dispositivos auxiliares.

d3) Normas de suministro

Las características de fabricación y prue-

bas de los interruptores deben cumplir las - Normas CEI 157-1 1973; CEI 414; ITINTEC y/o - alternativamente NEMA 563 ó VDE 641-1973.

d4) Condiciones de servicio

El funcionamiento del interruptor se su - ministrará para las siguientes condiciones - de servicio :

Instalación	:	Interior
Temperatura normal	:	20 \pm 5 ^o
Rango temperatura	:	5 a 40 ^o C
Ambiente	:	Sin contaminación
Humedad	:	40 a 90 %
Altitud	:	2600 m.s.n.m.

d5) Especificaciones técnicas

Tipo	:	Caja moldeada
Uso	:	Interior
Clase	:	600 V
Fases	:	3
Montaje	:	Fijo o extraíble
Tensión servicio	:	230 V
Corriente nominal	:	250 A
Frecuencia	:	50 - 70 Hz.
Capacidad de la estruc- tura.	:	10 KA a 230 V.
Tensión de prueba	:	2 KV 1 min, '60 Hz.
Accesorio incorporado:		Bobina de disparo

e) Sistema de Barras

e1) Barras

Las barras serán de cobre electrolítico - 99.9 % de conductibilidad y se suministrarán - según Normas ANSI C37,20

Las consideraciones para el suministro son:

Instalación	:	Interior
Material	:	Cobre

Condición : Clase I (ANSI, NEMA)
 Densidad de corriente. : 1.1 Amp/mm²

Una barra a tierra se colocará a lo largo de las barras de fase cuya capacidad será adecuada para el sistema.

En el diseño de las barras se deberán tener presentes los esfuerzos dinámicos y térmicos originados por la corriente de falla, del mismo modo la comprobación por resonancia.

c2) Aisladores

Cada barra será sostenida por aisladores portabarra de 1 KV. El aislador será de material resistente al fuego, no higroscópico y de alta resistencia mecánica.

El montaje de las barras será de tal manera que no haya dos barras comunes en posición horizontal y a la vez evite el aglomeramiento de suciedad.

Se proveerá instalar una rejilla protectora a todo lo largo de la barra debidamente galvanizada en caliente y toda la pernería utilizada será tropicalizada.

f) Dispositivos de protección

f1) Generalidades.

Los dispositivos de protección (Relés) se suministrarán para conexión secundaria para el circuito amperimétrico y conexión primaria para el circuito voltimétrico con valores nominales de 5A y 230V respectivamente. Los parámetros de salida para el accionamiento del interruptor será 230V y 5A no inductivo.

Los tipos de relé a utilizar pueden ser - electromagnéticos o estáticos y de instalación extraíble. Según el parámetro será tripolar o unipolar. La cubierta del dispositivo se regirá de acuerdo a DIN 40050 y la temperatura de operación 0 - 65°C, - del mismo modo todos los relés presenta - rán señal de haber operado.

f2) Normas

Las normas que regirán para la fabricación, ajuste y pruebas de relés será las Normas ITINTEC y/o alternativamente :
Comisión Electrotécnica Internacional

255 - 1	1967
255 - 2	1969
255 - 3	1971
264 - 1	1971

American National Standard Institute

C 37.90	1967
Std.313	1971

British Standard

Bs 142	1966
Bs 3950	1965

Deutsch Institut für Normung C.V. VDE, DIN

VDE	0435
VDE	04352
DIN	40050

f3) Especificaciones Técnicas

- Relé de Máxima Intensidad

Para el tipo electromagnético será - de característica extremadamente inverso y tensión controlada, dicho relé debe asegurar el disparo selectivo con - respecto a los dispositivos de protección del lado de media tensión.

Para el tipo estático será de tiempo definido regulable en corriente y tiempo.

Entrada

Corriente nominal : 5 A
 Frecuencia : 60 Hz
 Consumo : 2VA por fase
 Capacidad sobrecarga: 2 para continuo
 10 para 10 seg.

Tensión de Prueba : 2 KV, 1min CEI 414

Regulación

Rango corriente : 100 a 125 %
 Retardo : 0.2 a 10 seg.ajustable

Salida

Tipo : Simple conmutación
 Capacidad : 240V, 5A.
 Operaciones : Mayor 10^6
 Reposición : Manual y automático

- Relé de Sobrecarga

Será del tipo bimetalico con dispositivo de compensación suministrado para conexión secundaria y adecuado a la característica de calentamiento de la máquina y corregir la relación del transformador de protección y los cambios de temperatura.

Entrada

Corriente nominal : 5 amp.
 Corriente para alcanzar la temperatura - estable $At = 60^{\circ}C$: 5 amp.
 Frecuencia : 60 Hz
 Consumo : 3 VA
 Capacidad de sobrecarga. : 1.2 continuo
 Tensión de Prueba : 2 KV, 1min. CEI 414

Regulación

Constante de tiempo ajustable. : 20 - 60 min.
 Rango temperatura : 0 -120°C.

Salida

Tipo : Simple conmutación.
 Capacidad : 240 V, 5 A
 Operaciones : Mayor 10⁶
 Reposición : Manual o automático.

- Relé de Sobretensión

Será de característica inversa, conexión primaria para sistema 3 Ø 3 hilos.

Entrada

Tipo : Unipolar o tripolar.
 Tensión : 200 - 250 V
 Frecuencia : 45 - 65 Hz.
 Sobrecarga : 1,2 para continuo
 1.5 para 10 seg.
 Tensión de Prueba : 2 KV, 1min. CBI 44

Regulación

Tensión ajustable : 100 a 130 %
 Retardo ajustable : 0.2 a 1 seg.

Salida

Tipo : Simple conmutación
 Capacidad : 240 V, 5 A
 Operaciones : Mayor 10⁶
 Reposición : Manual o automático.

- Relé de mínima frecuencia

Será del tipo ajustable tripolar de conexión primaria para sistema 3 Ø, 3 hilos.

Entrada

Frecuencia nominal	: 60 Hz.
Tensión nominal	: 230 \pm 20 % V
Sobrecarga	: 1.2 para continuo 1.5 para 10 seg.
Tensión de prueba	: 2 KV, 1 min, CEI 414

Regulación

Frecuencia	: 55 a 65 Hz.
Retardo	: 0.2 a 2 seg.

Salida

Tipo	: Doble conmutación
Capacidad	: 240 V, 5 A
Operaciones	: Mayor 10 ⁶
Reposición	: Manual o automático

- Relé de Potencia Inversa

Será del tipo ajustable en el disparo y acción retardada.

Entrada

Sistema	: 3 \emptyset , 3 hilos
Corriente	: 5 A
Tensión	: 200 a 250 V a.c.
Frecuencia	: 60 Hz.

Consumo

- Tensión	: 3VA máx.
- Corriente	: 2VA máx.

Sobrecarga

- Tensión	: 1.2 para continuo 1.5 para 10 seg.
- Corriente	: 2 para continuo 10 para 3 seg.

Regulación

Potencia inversa	: 2 a 20 % In.
Retardo	: 0 a 20 seg.

Salida

Tipo	: Simple conmutación
------	----------------------

Capacidad	: 240 V, 5A.
Operaciones	: Mayor 10^6
Histérisis	: 1 %

- Relé de Sobrevelocidad

Será del tipo mecánico o estático de disparo ajustable y doble conmutación :

Tipo mecánico

Accionamiento por resorte	
Rango de ajuste	100-150 %
Retardo	0 - 10 seg.
Doble conmutación	

Tipo estático

Entrada

. Onda rectangular	: 0.5 V a 75 V.
. Frecuencia	: 1000 a 10000 Hz
. Tensión de prueba	: 2KV, 1min, CEI 414

Regulación

. Rango	: 100 a 150 %
. Retardo	: 0.2 seg.

Salida

Tipo	: Doble conmutación.
Capacidad	: 240V, 5A

General

Temperatura	: 0 a 60°C
Peso	: 0.60 Kg.

- Relé de falla a tierra

El relé de falla a tierra será de buena - sensibilidad tanto para el tipo electromagnético o estático con señalizador de disparo.

Entrada

Corriente nominal	: 5A
Frecuencia	: 60 Hz.
Consumo nominal	: menor 2.5 VA

Tensión de prueba : 2KV, 1min, CEI 414

Regulación

Rango : 2 a 20 %

Consumo en regulación. : 1 VA

Disparo instantáneo: Ajustable

Retardo : 1.0 a 1.5 seg.

Salida

Tipo : Doble conmutación

Capacidad : 240V, 5A

Operaciones : Mayor 10^6

Reposición : Manual y automático

Similar al modelo CTU2 de GECO

f4) Verificación y reajustes de la regulación de los relés

Estas pruebas consisten en la aplicación de corriente y/o tensión en cada relé de protección para determinar la regulación de corriente y tiempo definitivo de funcionamiento que corresponden a las características ofertadas.

- Relé de máxima intensidad
- Corriente de arranque y retardo del disparo
- Tiempo de funcionamiento con 3 In.
- Funcionamiento de señal de disparo
- Señalización de disparo

Para el relé de falla a tierra

- Verificación de la regulación efectiva
- Funcionamiento de la doble conmutación de salida.
- Señalización de disparo

f5) Accesorios.

- Conductores. Serán de cobre electrolítico -

99.9 % de conductibilidad calibre 14 AWG - ó 2.5 mm^2 con forro PVC. Se usarán terminales especiales de conexión a los aparatos.

- Fusibles. Los fusibles para los circuitos-voltimétricos serán del tipo DZ 15A 500 V-incluida su base portafusible.
- Pernería. Toda la pernería será galvanizado en caliente para uso en clima tropicalizado.

g) Instrumentos de Medida

g1) Generalidades

Los instrumentos a suministrarse serán de conexión secundaria para el circuito amperimétrico y conexión primaria para el circuito voltimétrico con valores nominales de 5 amp. y 230 Volts. respectivamente, con capacidad de sobrecarga de 5 seg.

g2) Normas

Los instrumentos serán diseñados de acuerdo a Normas de la CIEI (Comisión Electrotécnica Internacional) y a las que ITINTEC señale y/o alternativamente según ANSI C39.1 ó - VDE 414, DIN 43802 y 40050.

g3) Características constructivas

Las características generales serán :

Instalación	: Compartimiento vertical
Exactitud (%)	: + 1 (Máxima escala)
Dimensiones mm x mm:	96 x 96
Deflexión del indicador.	: 90
Longitud del indicador aprox. cm.	: 5
Blindaje magnético	: Si
Estructura	: Metal

Cubierta	: Metal o plástico moldeado
Visor	: Elástico
Resistencia al <u>Im</u> pacto.	: Excelente
Vida esperada	: Larga
Capacidad de sobre carga.	: Excelente
Seguridad	: Excelente

g4) Inspección y Verificación

Las indicaciones dadas en el presente acápite se refieren a la inspección y verificación de todos los instrumentos de medida previo a la puesta en marcha de los dos grupos hidroelectricos.

g5) Recepción

Todos los instrumentos serán suministrados e instalados en el compartimiento, ellos serán inspeccionados para asegurarse que no hayan sufrido daño durante el transporte. El indicador deberá señalar cero como se describe más adelante.

El indicador debe estar recto y paralelo con la escala, si no es así el instrumento será retirado y probado.

g6) Balanceo

Si el instrumento se ha desbalanceado durante el transporte, se verificará sosteniendo el instrumento con la escala vertical, luego rotar, el indicador debe permanecer horizontal. El indicador debe señalar cero en la calibración. Para los instrumentos con deflexión 90° o 100° también se verificará la señal del indicador para posición perpendicular al anterior.

g7) Ajuste a cero

Para el ajuste del instrumento se girará el tornillo respectivo del instrumento hasta que el indicador señale cero. En los instrumentos que no poseen cero el ajuste se realizará con un instrumento similar de clase 1, - que será utilizado como patrón.

g8) Especificaciones técnicasVOLTIMETRO

Tipo	: Hierro movil antivibratorio.
Escala	: No lineal
Rango	: 0 - 300 V a.c.
<u>Deflexión</u>	: 90°
<u>Capacidad sobrecarga.</u>	: 1.2 para carga continua
Rango frecuencia	: 20 - 80 Hz.
Consumo	: 3 VA máx.
Clase de precisión:	1.5 CE 1
Tensión de prueba	: 2 KV, 1 min. CEI 414
Cubierta	: IP50, DIN 40050
Temperatura	: -10 a + 55°G.
Dimensiones mm x mm:	96 x 96

AMPERIMETRO

Corriente nominal	: 5 A
Tipo	: Hierro movil antivibratorio.
Escala	: No lineal
Rango	: 0 - 300 A y 0 - 600 A
Deflexión	: 90°
Rango frecuencia	: 20 - 80 Hz.
<u>Capacidad de sobrecarga.</u>	: 1.2 para carga continua
Consumo	: 0.5 VA máx.

Cubierta : IP50, 1800 DIN 40050
 Tensión de prueba : 2KV, 1 min. CEI 414
 Temperatura : -10° a $+55^{\circ}\text{C}$.
 Dimensiones mm x mm: 96 x 96

FRECUENCIMETRO

Tipo : Lenguetas vibrantes
 Rango : 55 - 65 Hz.
 Número de lenguetas: 21
 Tensión servicio : 230 V
 Consumo : 3VA máx.
 Clase de precisión: 1.5 CEI
 Tensión de prueba : 2 KV, 1min. CEI 414
 Dimensiones mm x mm: 96 x 96

COSFIMETRO

Tipo : Electrodinámico
 Escala : Alrededor $\cos\phi = 1$
 Deflexión : 85°
 Corriente nominal : 5A
 Tensión nominal : 230 V
 Rango : 0.4 cap - 1 - 0.4 ind.
 Frecuencia : 50 - 70 Hz
 Consumo : 12 VA máx.
 Capacidad de Sobre : 1.2 para continuo a co
 carga. rriente y tensión fdp=
 1.
 Clase de precisión: 2.5 CEI
 Cubierta : IP50, 1800 DIN 40050
 Tensión de prueba : 2 KV, 1 min. CEI 414
 Temperatura : -10 a $+55^{\circ}\text{C}$.
 Dimensiones mm x mm: 96 x 96

EQUIPO DE SINCRONIZACION

. Frecuencímetro doble

Tipo : Lenguetas vibrantes
 Rango : 55 - 65 Hz.

Número de lenguetas : 2 x 21
 Tensión : 2 x 230 V
 Consumo : 5 VA
 Clase : 1.5 CEI
 Tensión de prueba : 2 KV, 1 min. 60 Hz.
 Dimensiones mm x mm : 96 x 96

VOLTIMETRO CERO

Tipo : Hierro móvil
 Rango : 0 - 600 V a.c.
 Escala : No lineal
 Deflexión : 180°
 Frecuencia : 50 - 70 Hz.
 Capacidad de sobrecarga. : 1.2 para continuo
 Clase : 2
 Tensión de prueba : 2 KV, 1 min. CEI 414
 Lámparas de Sincronización

h) Transformadores de intensidad

h1) Condiciones de suministro

Los transformadores de intensidad tanto para medida como para protección serán suministrados en diseño según CEI 185-1966 y/o alternativamente ANSI O57.13, VIE 414 o BS 3938.

La corriente nominal normalizada para el secundario será 5A ó 1A. La carga secundaria-nominal será definida por el fabricante del tablero de acuerdo a la capacidad de los instrumentos utilizados.

h2) Especificaciones Técnicas

A) DE MEDIDA

Parámetro	Unid.	Circuito	
		Cada Unidad	Totalizador
Tensión servicio	Volts.	230	230
Relación	A	$250 \div 5$	$500 \div 5$
Número de núcleos		2	2
Clase precisión		1	1
Capac. estimada *	VA	15	10
Factor de seguridad.	%	50	50
Factor de sobre - carga.	%	20	20
Intensidad límite dinámico.		2.5 Icc.	2.5 Icc.
Intensidad límite térmico a un (01) seg.	A/mm ²	180	180

* Será revisado por el proveedor

B) DE PROTECCION

- Convencional

Parámetro	Unid.	Circuito	
		Individual	Totalizador
Tensión Servicio	Volt.	230	230
Relación	A	$250 \div 5$	$500 \div 5$
Número de núcleos		3	3
* Capacidad	VA	5 P	5 P
Clase precisión		5 P	5 P
Factor límite servicio.		10	10
Int.límite dinámica		2.5 Icc.	2.5 Icc.
Límite térmico (01) seg.	A/mm ²	180	180

* Será calculado por el proveedor

- Falla a tierra

Parámetro	Unid.	Circuito Unico
Tensión servicio	KV	$10/\sqrt{3}$
Relación	A	50 : 5
Número de núcleos		1
Tensión en la rodilla	V	12
Resistencia del secundario.	ohm.	0.045
Intensidad límite dinámico.		2.5 Icc

1) Señalización11) Generalidades

Las principales anomalías en el funcionamiento del equipo serán señaladas en el tablero del grupo mediante luces intermitentes y complementadas con alarma acústica.

Las fichas luminosas quedarán encendidas con luz intermitente hasta su cancelación individual que se efectuará presionando la tecla luminosa.

Las placas opacas de la tecla luminosa llevarán inscripciones alusivas a las alarmas que se indican.

Normas

Las normas de fabricación serán según CEI 144 y las que ITINTEC señalan al respecto.

12) Características

Las portalámparas de señalización serán de material aislante de elevada resistencia mecánica y eléctrica. El contacto central debe asegurar la lámpara contra vibraciones. Los bornes vendrán provistos de seguros contra contacto accidental. La pantalla protectora debe ser termoresistente irrompible y auto-extinguible. Se usará lámpara tipo Mignon o similar-

con rosca E14, para 220V, 60 Hz. Rango de -
operación 180-260V, color anaranjado o rojo -
y el espectro luminoso será monocromático -
con una duración mínima de 50000 horas.

j) Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra de la baja ten -
sión será con electrodos hincados verticalmente.
Los materiales a suministrarse son :

-Materiales para obras civiles (según plano)

- Cemento
- Arena
- Hormigón

-Materiales eléctricos

- . 25 mts. de conductor de cobre N^o 2/0 AW6
- . Un (01) conector de cobre para conductor cali -
bre 2/0 AW6.
- . Un (01) dispersor de cobre de 3/4" \varnothing x 2 mts.
- . Siete (07) mts. de tubo PVC-SAP 1" \varnothing

-Agregados

- . Cinco (05) Kg. de sal común
- . Veinte (20) Kg. de cobre vegetal
- . Aditivo Sanick - Gel 1 Kg.

k) Cables de energía

Los cables de conducción eléctrica desde el ge -
nerador al tablero y desde el tablero totalizador
a la subestación de salida será del tipo NYY tri -
polar de 1.1 KV, tendido en el aire, instalado en
la canaleta del piso de casa de máquinas. El ca -
ble debe soportar los esfuerzos térmicos debidos -
a la corriente de cortocircuito. En servicio con -
tinuo la temperatura de operación es 30°C. El ca -
ble instalado no presentará seccionamiento en to -
da su longitud. Las normas que tipifica la fabri -
cación, pruebas y control de calidad será según -
Normas DGE-013-CS-1 y/o alternativamente VDE 0100
y 0272.

Descripción	Circuito Cada Unidad	Circuito Totalizador
. Tipo de cable	NYY	NYY
. Sistema	3 ϕ	3 ϕ
. Sección / fase	120 mm ²	240 mm ²
. Número de hilos	24/15	30/15
. Resistencia	0.153 ohm/km	0.099 ohm/km.
. Tensión admisible	1.1 KV	1.1 KV
. Temperatura de servicio	25°C	25°C
. Temperatura máxima de - operación.	80°C	80°C

RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE APARATOS Y DISPOSITIVOS DE MANIOBRA, CONTROL, PROTECCION Y MEDIDA .

1. Compartimiento del tablero

Instalación : Interior
 Tipo : Metálico autosoportado
 Barras : Cobre

2. Mando y control

Sistema : 3 ϕ , 3 hilos

- Dos (02) interruptores de 250 A, capacidad de ruptura 10 KA a 230V, 60 Hz. del tipo en caja moldeada operado manual y automático, provisto con bobina de disparo.
- Un (01) interruptor de 500 A, capacidad de ruptura 10 KA a 230 V, 60 Hz del tipo en caja moldeada operado manual y automático provisto con bobina de disparo.
- Llaves de bloqueo para los interruptores
- Indicador de señalización para el control de los interruptores (principal y excitación respecto).
- Terminales de bronce adecuado para el calibre de los cables.
- Un pulsador con tecla luminosa para arranque del grupo
- Un pulsador con tecla luminosa para parada del grupo

3. Señalización

- Indicación del modo de regulación de velocidad manual y automático.
- Indicación de la sincronización
- Indicación de la falla a tierra del lado de baja tensión y media tensión.
- Indicación de mínima velocidad
- Indicación de prueba a la lámpara de señalización

4. Protección

Por cada unidad

- Tres (03) relés de máxima intensidad
- Dos (02) relés de sobrecarga

- Un (01) relé de mínima frecuencia de doble conmutación
- Un (01) relé de potencia inversa
- Dos (02) relés de sobretensión
- Un (01) relé de sobrevelocidad

Circuito totalizador

- Tres (03) relés de máxima intensidad
- Un (01) relé de falla a tierra (media tensión) doble conmutación.

5. Medida

Por cada unidad

- Un (01) voltímetro 0 - 300 V a.c.
- Un (01) amperímetro 5A, 0 - 300 A a.c.
- Un (01) vatímetro trifásico 220V 0 - 100 Kw.
- Un (01) contador de energía trifásica, 220V, 5A
- Un (01) frecuencímetro de lenguetas 55-65 Hz, 230 V
- Un (01) conmutador voltimétrico 12A, 220 V
- Un (01) conmutador amperimétrico 12A

Circuito totalizador

- Un (01) amperímetro 5A, 0 - 600 A, a.c.
- Un (01) voltímetro 220, 0 - 300 V, a.c.
- Un (01) contador de energía trifásica, 220 V, 5A
- Un (01) conmutador voltimétrico 12A, 220
- Un (01) conmutador amperimétrico 12A

6. Transformadores de medida y protección

Por cada unidad

- Dos (02) transformadores de intensidad 250 ± 5 Clase 1
- Tres (03) transformadores de intensidad 250 ± 5 Clase 5 P y - factor límite 10.

- Circuito totalizador
- Dos (02) transformadores de intensidad $500 \div 5$ Clase 1
- Tres (03) transformadores de intensidad $500 \div 5$ Clase 5 P y fac
tor límite 10.

7. Equipo de sincronización

- Un (01) frecuencímetro doble de lenguetas 220 V, 55 - 65 Hz.
- Un (01) voltímetro cero 0 - 600 V, a.c.
- Un (01) conmutador tripolar
- Lámparas de sincronización

8. Stock de repuestos y herramientas

Las piezas de repuestos ofrecidos deben incluir para por lo me
nos 5 años de operación. Las herramientas y materiales necesarios
para el montaje y mantenimiento incluidos los equipos de prueba -
para los relés e instrumentos de medida no se consideran como res
puestas, pero el proveedor ofertará conjuntamente con los del ta-
blero.

5.7.7 Sistema de media tensión y transformador de salida

a) Generalidades

Los equipos y aparatos a suministrarse del lado de media tensión serán ensablados en fábrica para instalación en celdas y serán provistos de terminales normalizados.

El seccionador fusible será de accionamiento manual por pértiga, de montaje fijo y uso interior.

b) Normas

Las definiciones, fabricación, pruebas e instalación cumplirán CEI 298 - 1977, CEI 694, CEI 127 - 1975 e ITINTEG y/o alternativamente ANSI-C37.46, IEEE 49; VDE 102, O14 57111 o BS 2658.

c) Servicio

Los equipos y aparatos se suministrarán para una tensión nominal de 10 Kv. y una tensión máxima de 12 Kv, a 2600 m.s.n.m.

El sistema operará a una tensión de servicio de 10 Kv línea a línea, 60 Hz, trifásico con neutro efectivamente aterrizado.

d) Niveles de aislamiento

La estructura de los equipos serán diseñados para los siguientes niveles de aislamiento a cumplirse 2600 m.s.n.m.

Tensión de impulso $1.2 \times 50 \mu$ seg. 25 KV (pico)
Tensión a prueba a 60 Hz, 2 min. 36 Kv (eficaz)

e) Instalación

El diagrama básico y el dimensionamiento de las celdas se muestran en los planos respectivos. Las distancias mínimas de seguridad se regirán de acuerdo a normas.

Al término de la instalación se realizará el protocolo de pruebas de acuerdo a la Norma DGE - 014 - PS - 1.

f) Especificaciones técnicas

. Transformador de potencia

i) Generalidades

El transformador a suministrarse será - trifásico en baño de aceite, con arrolla - miento de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, montaje interior, enfriamiento natural, la corriente de excitación no debe - superar diez veces la corriente nominal.

ii) Normas

La norma que rige la fabricación instalación y pruebas será CBI 76, ITINTEC 370,002, DGE - 014 - PS - 1 y/o alternativamente ANSI, VDE o BS.

iii) Características

El transformador tendrá un conmutador manual en vacío en el lado de baja tensión, - de modo que en sus bornes de alta tensión - entreguen la potencia nominal en cualquiera de las posiciones del conmutador.

- . Sistema : Trifásico
- . Frecuencia : 60 Hz.
- . Potencia nominal con ventilación-natural. : 200 KVA
- . Altitud de servicio. : 2600 m.s.n.m.
- . Relación de transformación en vacío. : $(0.20 \pm 2.5 \%/10)$ KV
- . Esquema en media-tensión. : Y

- Esquema en baja tensión : Δ
- Neutro en media tensión : Efectivamente aterrizado
- Nivel de ruido : Menor 50 dB
- Elevación de temperatura para carga continua :
 - Aceite : 60° C
 - Arrollamiento : 65° C
 - Temperatura ambiente-máxima. : 35° C
- Regulación de tensión : Manual en vacío
- Garantía de funcionamiento a 4/4 de la carga. : Según CEI
 - Pérdidas en el fierro : Tolerancia \pm 14.3 %
 - Pérdidas en el cobre : Tolerancia \pm 14.3 %
 - Tensión de cortocircuito. : 4 % tolerancia \pm 10 %
- Corriente de excitación en vacío. : Menor 10 In.

Accesorios Normales

- 1) Indicador de nivel de aceite
- 2) Conmutador de tomas en vacío
- 3) Dispositivo de vaciado y toma de muestras de aceite.
- 4) Placa de características
- 5) Elementos de suspensión para levantar la parte activa o el transformador completo.
- 6) Perno para la puesta a tierra del tanque
- 7) Dotación de aceite

Accesorios especiales

- 1) Ruedas orientables
- 2) Válvula de seguridad
- 3) Termómetro bimetálico
- 4) Relé Buchholz (Opcional)

• Seccionador de potencia tripolar

Se suministrará un seccionador tripolar de potencia

para servicio 10 KV para apertura bajo carga, montaje interior a 2600 m.s.n.m, mando manual por pértiga. Llevará acoplado portafusibles colocado en la puerta inferior, adecuado para fusibles hasta 100 A. y sistema de varillas que provoca la desconexión automática del seccionador al disparar uno de los fusibles y la ruptura del arco será en el aire.

Serán similares al fabricado por Brown Boveri - tipo FNAL - 12 con las siguientes características:

- Tensión nominal : 12 KV
- Tensión de prueba a la onda de choque a 1.2 x 50 μ seg. : 75 KV (pico)
- Tensión de prueba a 60 Hz durante 1 min. : 28 KV (eficaz)
- Corriente nominal : 400 A
- Poder de cierre : 60 KA
- Fusible similar EL (BB) : 15 A

Se suministrarán todos los accesorios de montaje en celdas.

• Seccionadores Unipolares

Para la tensión de servicio de 10 KV accionamiento manual en vacío mediante pértiga de manobra y de las siguientes características :

- Tensión nominal : 12 KV
- Tensión de prueba a la onda de choque 1.2 x - 50 μ seg. : 75 KV (pico)
- Tensión de prueba a 60 Hz, 1 min. : 28 KV (eficaz)
- Corriente nominal : 400 A
- Corriente de cortocircuito de choque. : 20 KA

• Cabeza terminal

La cabeza terminal será similar a la marca - CRADY ISE 322 adecuada para recepcionar un cable tipo NKV 3 x 35 mm², 15 KV, instalación interior.

El material será de fierro fundido y estará relleno de masa aislante.

La cabeza terminal tendrá como mínimo un nivel básico de aislamiento de 95 KV y una tensión no disruptiva a la frecuencia industrial de 34 KV durante un (01) minuto.

• Barras y aisladores 10 KV

Las barras serán de cobre electrolítico de sección circular sólido de 10 mm.

Los aisladores portabarra serán de porcelana de 12 KV de forma cónica y con bornes metálicos concéntricos adecuados para barras de - sección circular de 10 mm ϕ . Las derivaciones de los equipos se harán mediante conectores en "T" de adecuadas dimensiones.

• Pararrayos

Se suministrará un juego de tres (03) pararrayos tipo autoválvula, clase distribución y deberá satisfacer la Norma CEI publicación - 99 - 1

Uso	interior
Altitud	2600 m.s.n.m

Capacidad de tensión	KV	9
Resistencia de aislamiento al ensayo de tensión.		
- Impulso 1 x 50 μ seg.	KV(pico)	75
- Seco un (01) minuto	KV	27
- Húmedo diez (10) seg.	KV	24
Tensión máxima de impulso en		

el cebado

- Pendiente	KV/ μ seg.	75
- Tensión estandar sin <u>des</u> cargador.	KV (pico)	32.5
- Tensión estandar con <u>des</u> cargador.	KV (pico)	38

Tensión máxima residual pa
ra una onda de corriente -
8 x 20 μ seg.

- 5 KA	KV (pico)	32.5
- 10 KA	KV (pico)	38

• Cables de energía

Las definiciones, fabricación, pruebas e instala -
ción se registrarán de acuerdo a la Norma DGE 013-CS - 1-
"Normas de cables de energía en redes de distribución
subterránea" y/o alternativamente VDE, NEC.

Las características principales :

- Tensión de servicio	:	8.7/10 KV
- Sección	:	3 x 35 mm ²
- Cubierta	:	NKY
- Temperatura máx. operación	:	70° C
- Resistencia a 20° C	:	1.14 ohm/Kw
- Forma del alma	:	Circular cableado
- Codificación de color	:	Rojo, ocre y azul

• Sistema de puesta a tierra

i) Generalidades

El sistema de puesta a tierra para el lado de
media tensión será del tipo malla que cubrirá una
extensión de 11 x 8 mt. al cual se adicionarán va
rillas lunedadas verticalmente de 1.5 mts. de longi
tud. El conjunto será enterrado a una profundidad
de 0.50 mts.

ii) Materiales

- 111 mt. conductor de Cu, 15 mm \varnothing
- Ocho (08) conectores de bronce
- 14 mt. varillas de Cu, 15 mm \varnothing
- Veinte (20) mts. de cable NKY 1 x 25 mm², 10 KV.
- Dos (02) Kg. aditivo Sanick - Gel
- Tres (03) mt.³ de ripio.

iii) Instalación

- Se comprobará la medida de la resistividad del suelo utilizando un método apropiado.
- Se eliminará todo material excedente tales como piedras, arbustos, etc. y se excavará hasta una profundidad de 0.50 mts. todo el área de la malla de puesta a tierra luego se rellenará con tierra vegetal adicionando aditivos o realizando un tratamiento químico con la finalidad de alcanzar una resistividad de no más de 100 ohm-mt.
- La malla hecha de cobre será armada en obra con uniones de bronce o material similar. Del mismo modo se incluirán varillas hincadas verticalmente según lo señalado en el plano respectivo.
- La resistencia del sistema no debe superar 8-ohm, el cual deberá ser medido con algún método.
- A la malla de puesta a tierra se conectará el neutro del transformador de salida, pararrayos y partes mecánicas no expuesto a tensión por medio del conductor señalado en el plano. En el empalme se usarán grapas conectoras resistentes a la corrosión.
- Finalmente toda el área que cubre la malla se llenará con una capa de hormigón escogido de 5 cm. de espesor a fin de minimizar la tensión de paso.

• Tendido de cables

El cable de energía se instalará a 1.0 mt. de profundidad debajo de la loza de la vereda para el cual se excavarán zanjas de 1.20 mt. de profundidad y 0.80 mt. de ancho.

En la zanja se colocará una capa compactada de 0.10 mts. de espesor sobre la cual se tenderá el cable de 10 KV, luego se cubrirá con una capa de tierra cernida compactada de 0.15 mts. de espesor. Encima de esta capa se colocará una hilera de ladrillos corrientes los cuales se cubrirán con una capa de tierra cernida compactada de 0.25 mts. de espesor.

• Equipo de maniobra

Los equipos de maniobra para el manejo de la subestación a suministrarse :

- Pértiga aislada de 2 mts. de longitud
- Banco de aisladores para 10 KV
- Juego de guantes de seguridad 10 KV
- Cables y accesorios para la puesta a tierra móvil.
- Placa de peligro con la inscripción "ALTA TENSION - PELIGRO MUERTE", con letra de color negro con fondo amarillo.

RESUMEN DE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS APARATOS Y DISPOSITIVOS DELLADO DE MEDIA TENSION

1. Celdas

Instalación : Interior
 Cantidad : 2
 Barras : Cobre

2. Maniobra y control

- Un (01) seccionador tripolar de 12 KV, 400 A, con base portafu
sible, mando manual.
- Tres (03) seccionadores unipolares de 12 KV, 400 A, mando ma -
nual.
- Una (01) Pértiga de 2 mts. para 10 KV
- Un (01) banco aislante de 10 KV

3. Protección

- Tres (03) pararrayos clase Distribución 9 KV
- Un (01) relé de falla a tierra 5A, 1 VA, rango de regulación -
2 a 15 %.
- Un (01) transformador de intensidad 10 KV 50÷5.
- Fusibles tipo limitador 12 A.
- Veinte (20) mts. de cable unipolar NKY 1 x 25 mm² 10 KV.

4. Conectores

5.8 Instalaciones Eléctricas Interiores

5.8.1 Descripción

Las instalaciones eléctricas de la casa de máquinas es un sistema constituido por tableros, circuitos alimentadores y artefactos de iluminación.

a) Alimentador principal

El alimentador principal es el que conecta el tablero de distribución desde el tablero totalizador del sistema de generación 3 ϕ 220 Volt. y para su cálculo se ha considerado una reserva de 50 % y una caída de tensión no mayor de 1 %. El conductor así calculado es de Cu, 3 x 8 AWG-THW, más conductor neutro 1 x 10 AWG.

El circuito estará instalado en tubería PVC - SAP 1 1/4" ϕ

b) Tablero

El tablero tipo gabinete para empotrar fabricado de plancha laminada en frío, equipado con - interruptores y seccionadores - fusibles 220 V - 60 Hz. La alimentación será trifásica y los circuitos de distribución monofásica y un conductor neutro.

c) Circuitos de distribución

Los conductores serán de cobre electrolítico-con aislamiento TW, instalado en tubería PVC-SAP la que será empotrada en las paredes o piso y - adosada en las vigas de madera del techo.

Los tomacorrientes serán dobles, monofásicos-con terminal neutro y los interruptores del tipo dado.

d) Artefactos de iluminación

Los artefactos de iluminación están en función del tipo de ambiente y nivel de iluminación

requerido como se muestra en la lámina N^o 5.1.

e) Puesta a tierra

Las partes metálicas no expuestas a tensión - serán conectadas al sistema de puesta a tierra - del sistema de generación.

5.8.2 Especificaciones Técnicas del Suministro de Materiales.

a) Tubería

La tubería en general para los alimentadores, circuitos de distribución y los casos específicos, serán del tipo plástico pesado PVC rígido - standard americano (SAP) y/o el standard europeo (SEL) con campana en el extremo, de las siguientes características :

DIAMETRO NOMINAL Pulg.	DIAMETRO INTERIOR mm.	DIAMETRO EXTERIOR mm.	ESPESOR mm.	PESO Kg/Tub.
1/2	16.40	21	2.30	0.600
3/4	21.10	26.50	2.70	0.820
1	26.10	33	3.20	1.26
1 1/4"	35	42	3.5	1.780

b) Accesorios para las tuberías de PVC - SAP
Coplas plásticas

La unión entre tubos se realizará en general por medio de la campana a presión propia de cada tubo, pero en la unión de tramos de tubos sin campana se usará coplas plásticas a presión tipo-pesado, con una campana a cada lado para cada tramo del tubo a unir. Es absolutamente prohibido fabricar campana en obra.

Conexiones a caja

Para unir las tuberías de PVC con las cajas -

metálicas se utilizará dos piezas de PVC.

- a) Una copla de PVC original de fábrica en donde se embutirá la tubería que se conecta a la caja.
- b) Una conexión a caja a que se instalará al agujero ciego de la caja de fierro galvanizado y se enchufará en el otro extremo de la copla - del item a).

Curvas

No se permitirá las curvas en obra. Se utilizarán curvas de fábrica de radio standard, de material plástico.

Pegamento

En todas las uniones se usarán pegamento de base PVC para garantizar la hermeticidad de la misma.

c) Cajas

c1) Cajas para alumbrado y tomacorriente

Todas las cajas de salida para tomacorriente, interruptores, salidas especiales, artefactos de iluminación del tipo expuesto, etc. serán de fierro galvanizado pesado americano, debiendo unirse a los tubos por medio de conexiones a caja, debiendo quedar en posición normal. No se usarán cajas redondas ni menos de 1 1/2" de profundidad. Serán del siguiente tipo :

- . Octogonales.- De 4" x 1 1/2" - Salida de iluminación de techo a pared.
- . Rectangulares.- De 4" x 2 1/8" x 1 7/8" para interruptores, tomacorriente, irán en forma horizontal.
- . Cuadrados.- De 4" - 4" x 2 1/8" para cajas

de paso salidas especiales.

d) Conductores

- d1) El conductor para la interconexión entre el tablero totalizador y el tablero distribuidor será de cobre electrolítico cableado con aislamiento PVC tipo THW, temple blando, con aislamiento para 600 v. a prueba de humedad, temperatura de operación 75°C.
- d2) Los conductores para los circuitos de distribución (alumbrado y tomacorriente) de cobre electrolítico blando sólido y aislamiento para 600 V. a prueba de humedad y temperatura de operación 60°C.

e) Terminales

Serán del tipo apto para soldar, de fácil instalación fabricados con cobre electrolítico, adecuado para los correspondientes calibres.

f) Interruptores de alumbrado

De 15 amp. 220 Volts.

Serán del tipo para instalación empotrada en cajas rectangulares, según el caso de 1 ó 2 dados. Adecuados para recibir conductores Nº12 AWG que serán fijados mediante tornillos.

g) Tomacorriente con toma tierra

Serán del tipo para empotrar dobles bipolares con receptáculos planos y toma de tierra de 15 - amp. 220 Volts.

h) Artefactos de iluminación

Las especificaciones se muestran en la lámina Nº 5.1.

i) Tablero

Será del tipo gabinete para empotrar fabricado de plancha de Fc.Ga. 1.4 mm. espesor, lamina-

do en frío con tratamiento fosfatizado, acabado con dos manos de pintura imprimente y una pintura al horno; equipado con :

- Un (01) interruptor termomagnético 3 x 35A
- Cuatro (04) Seccionadores fusible 2 x 15A
- Accesorios de fijación y conexión
- Cableado en general

La disposición será tal que el interruptor - termomagnético se ubicará separado de los seccionadores en la parte baja del tablero al cual el alimentador principal debe llegar directamente - sin recorrer la caja del tablero. Los seccionadores se ubicarán en la parte superior.

• Interruptor Termomagnético

Será del tipo en caja moldeada trifásico con perilla de regulación a varios niveles de corriente y tiempo de disparo. Se suministrará para instalación a estructura metálica.

Fases	:	3
Tensión	:	500 V
Corriente máx.	:	50 A
Frecuencia	:	60 Hz.
Disparo	:	Tripolar
Capacidad interrupción	:	5 KA

• Seccionador Fusible

Será del tipo para adosar monofásico 250V y 20A. La tapa será de bakeleta con manija de operación frontal. Los contactos del circuito serán de plata y cadmio. El fusible incorporado será tipo lámina.

5.8.3 Especificaciones de Montaje

a) Tuberías

- a1) Las tuberías y ductos tendrán una sección -
recta adecuada para alojar los conductores,-

de acuerdo a los siguientes criterios :

- Para un conductor se permite utilizar hasta el 5 % de la sección recta.
- Para dos conductores el 30 %
- Para tres o más conductores el 40 % (máximo)

- a2) Las tuberías y ductos deberán ir separados de otras instalaciones, para evitar daños que pudieran sufrir en caso de fallas.
- a3) Las curvas de menos de 90° en los tubos, se ejecutarán con herramientas apropiadas para evitar la disminución de las secciones rectas y los radios interiores de dichas curvas, deberán estar de acuerdo con el diámetro de las tuberías en las siguientes formas :

DIÁMETRO DE CONDUIT RADIO INTERIOR DE LA CURVA

1/2"	4"
3/4"	5"
1"	6"

- a4) Las curvas de 90° se harán con codos de 90° - prefabricables.
- a5) En ningún caso se aceptarán más de dos curvas en ángulo recto (90°) o varios dobleces equivalentes.
- a6) Durante la construcción todas las tuberías, deberán taponarse en sus extremos y salidas, para evitar la introducción de cuerpos extraños que posteriormente dificulten o impidan el alambrado.
- a7) Ninguna tubería podrá sujetarse a otras tuberías eléctricas o no eléctricas (agua, ducto de aire acondicionado, etc.) ni estructuras de plafones falsos.
- a8) Las tuberías y ductos conduit deberán conservarse limpios.

b) Cajas

- b1) Todas las cajas deberán fijarse a la construcción y ninguna podrá sujetarse exclusivamente por medio de las tuberías o ductos que se rematan a ellas.
- b2) Todas las cajas de salida, deberán taparse durante la construcción para evitar la introducción de cuerpos extraños en las cajas y en las tuberías y ductos.
- b3) Todas las cajas deberán quedar con tapas y/o placas y en ningún caso se permitirá que las cajas queden abiertas.
- b4) Todas las cajas deberán tener las dimensiones adecuadas a las tuberías y ductos que se rematan a ellas y las conexiones que deben contener.
- b5) Los condulets de la serie aprobada, forman parte integral de las tuberías conduit y no podrán ser usadas para hacer conexiones, a menos que sus tramos sean mayores que los correspondientes a las tuberías.
- b6) Todas las cajas deberán quedar limpias.

c) Conductores

- c1) Las líneas sin indicación en los planos serán de dos conductores N° 14 TW-600 voltios en electroductos de 1/2" de diámetro. Todas las líneas para tomacorrientes llevarán 2 N° 12 + 1 N° 14 - 1/2" el cual no aparecerá en el plano. Dicho conductor será conectado a tierra.
- c2) La instalación de conductores dentro de las tuberías sólo podrá hacerse en las secciones de tuberías que estén totalmente terminadas y que previamente haya recibido de conformidad la Dirección de la Obra.

c3) Los conductores deberán ser continuos de caja a caja, sin empalmes y conexiones dentro de las tuberías.

c4) El número de los conductores que pueden instalarse en una tubería está limitado por :

Número de Conductores	% Máximo de la Sección recta que puede ocupar se en la canalización.
1	55 %
2	30 %
3 ó más	40 %

c5) El calibre AWG mínimo para circuitos derivados de alumbrado y tomacorriente será el N° 14 AWG.

c6) Los conductores se instalarán sin cortes y conexiones en cajas intermedias, cuando no se tengan que alimentar salidas eléctricas de dichos conductores.

c7) Para que los conductores deslicen fácilmente dentro de los tubos, se recomienda el uso de compuestos especiales grafito a talco, prohibiéndose el uso de aceite y grasas que dañen el aislamiento.

c8) Las conexiones entre conductores Cal. 10 AWG. y menores deberán hacerse con soldadura de estaño y plomo (50 % y 50 %) o conectores mecánicos.

Las conexiones para Cal. N° 8 AWG y mayores se deberán hacer con conectores mecánicos.

c9) Las conexiones deberán aislarse con cinta plástica con las capas necesarias para igualar la resistencia dieléctrica del aislamiento de plástico, se deberán cubrir con cinta de fricción para su protección mecánica.

- c10) Además de los diversos colores en el aislamiento, se usarán marcadores para identificación - de circuitos en todas las conexiones y terminales, indicando el tablero al cual pertenecen - y el circuito.
- c11) Antes de proceder a hacer las conexiones, se - harán las pruebas necesarias para comprobar - que se han seleccionado correctamente todos - los circuitos, de acuerdo con los planos de - proyecto, siendo necesario para ello, instalar y conectar los interruptores derivados del ta - blero respectivo.

5.9 Línea Primaria

5.9.1 Suministro de materiales

5.9.1.1 Soportes y Crucetas

a) Soportes

Serán de concreto armado centrifugado - de 11 m. de longitud, de tres tipos :

- Alineamiento :

Esfuerzo en la punta	200 Kgr.
Diámetro en la base	285 mm.
Diámetro en el vértice	120 mm.
Peso neto	650 Kgr.

- Angulos y anclaje :

Esfuerzo en la punta	300 Kgr.
Diámetro en la base	320 mm.
Diámetro en el vértice	100 mm.
Peso neto	690 Kgr.

- Seccionamiento

Con características similares a la del - ángulo y anclaje, salvo en el armado es estructural en el cual irá la instala - ción de los seccionadores.

b) Crucetas

Las crucetas serán de concreto armado -

tipo simétrico de las siguientes dimensiones :

- 1.20 m. de largo para embonar en postes de -
11/200/120/300 y 12/300/120/300.
- 1.50 m. de largo para embonar en postes de -
11/300/120/300.
- Crucetas asimétricas de 2.10 m. para embonar en poste de 12/300/120/300.

c) Pruebas

Las pruebas se realizarán siguiendo las disposiciones de la Norma ITINTEC y del Ministerio de Energía y Minas; se dará mayor importancia a lo siguiente :

- Inspección visual
- Verificación de las dimensiones
- Ensayo de rotura

En la inspección visual se controlará que no existan rajaduras ni fisuras transversales que más tarde pudiera originar la falla del poste.

Se rechazará todo el lote en los siguientes casos :

- Si un solo poste de los probados no cumple con las exigencias mecánicas.
- Si el 20 % o más de las muestras no satisfacen las exigencias de dimensiones, conicidad y acabado.

d) Vientos o retenidas

Los vientos o retenidas estarán constituidos por los siguientes elementos :

d1) Viento tipo V₁ (simple)

- 15 m. de cable de acero galvanizado constituido por 7 hilos de 3/8" ϕ , a carga de rotura no menor de 3,159 kilos.
- Una varilla de anclaje de fierro galvanizado de 3/4" ϕ x 2.00 m. de longitud; -

ojal de 1" ϕ interior en un extremo y roscado en el otro, con su respectiva tuerca y arandela.

- Dos guardacabos de fierro galvanizado para cable de 3/8" ϕ .
- Una abrazadera de fierro galvanizado del tipo partido de 1/4" de espesor, 2" de ancho para diámetro medio 160 mm.
- Un guardacable de fierro galvanizado en caliente pa ra cable de 3/8" de 1/16" x 2.20 m.
- 8 Grampas de doble vía, de dos pernos apto para cable de 3/8" ϕ , traerán las ranuras dentadas para evitar el deslizamiento del cable.
- Un aislador de tracción tipo nuez, clase ANSI-54-1, de 3 1/2" x 2 1/2", con las siguientes características :
 - . Tensión mínima de descarga en seco a 60 cps. 25 KV.
 - . Tensión mínima de descarga en lluvia a 60 cps. 12 KV.
 - . Esfuerzo de tracción mínima 10,000 lbs.
- Un bloque de anclaje de concreto armado con mezcla de 250 Kgr/m³ de 0.40 x 0.40 x 0.15 m., llevará una platina de fierro de 0.30 x 0.30 x 0.06 m.
- Un templador de 1/2" ϕ por 10" de longitud.

d2) Viento tipo V₂ (doble)

Será equivalente a dos retenidas simples VI, pero con un solo bloque de anclaje y guardacable.

5.9.1.2 Conductores

- a) Los conductores serán de Cu. electrolítico, temple duro cableado y desnudo de las siguientes características :

Sección del conductor 16 mm²

Nº de hilos

7

Peso Kg/Km.	0.143
Tracción por rotu	
ra Kg.	621

- b) Los conductores para amarre a los aisladores tipo Pin serán de cobre desnudo, temple blando, calibre N^o 10-AWG.
- c) El suministro se hará en carretes de madera, libre de clavos que puedan dañar el conductor; con una etiqueta metálica pegada en el carrete con la siguiente información :
- Número de carrete
 - Tipo de conductor y aislamiento
 - Calibre y número de conductor
 - Tensión nominal
 - Longitud del conductor
 - Peso bruto del carrete
 - Peso neto
- d) Para la fabricación del conductor de cobre electrolítico, se tomará en cuenta las Normas ASTM B1, B2, B3, y B8.
- e) En los depósitos del fabricante, los conductores serán inspeccionados y probados con ensayos necesarios de acuerdo a Normas del ITINTEC antes de ser remitidos a obra.
- f) Elementos de Fijación del Conductor
- f1) Manguitos de empalme

Los manguitos de empalme serán de cobre tipo -compresión. No afectarán los hilos que forman el conductor, ni permitirán que exista deslizamiento del mismo.

Los manguitos a emplearse en cuellos muertos, puentes u otros lugares en que el conductor trabaje sin tensión, no permitirán deslizamientos con-

cargas menores al 25 % de la rotura del conductor.

f2) Grampas

Serán de preferencia del tipo de doble vía, las grampas plenamente ajustadas no afectarán los hilos del conductor, deberán permitir el deslizamiento al alcanzar el 95 % de la carga de rotura del conductor.

f3) Pruebas de los elementos de fijación

Todos los tipos de manguitos de empalme y grampas a usarse serán sometidos a examen y pruebas antes de aprobarse su empleo. Las pruebas mecánicas y eléctricas serán :

1) Pruebas de tracción

Se seguirá el siguiente procedimiento :

- . Se cortará un pedazo de conductor de más de 3 m. y se le montará en cada extremo una grampa de anclaje.
- . Se unirán dos pedazos de conductor de 3m, con un manguito de empalme. Luego se pintarán las zonas en que el conductor es cogido por el manguito o grampa, se dejarán secar para luego proceder a las pruebas.
- . Tracción.- Se someterá la muestra a una fuerza que se eleva gradualmente hasta alcanzar el 90 % de la rotura del conductor por unos pocos segundos.
- . Luego se reducirá la carga hasta 80 % de la rotura del conductor, manteniéndose en estas condiciones por un minuto. No deberán producirse fallas ni deslizamientos.
- . Se aumentará la carga hasta constatar que se produce deslizamiento y escape del conductor antes que su rotura.
- . Se desarmarán todas las grampas y empalmes -

para verificar que no se han producido fallas ni deformaciones.

No se permitirá ningún ajuste de los elementos de fijación durante el desarrollo de la prueba.

ii) Pruebas eléctricas

Se prepararán por lo menos dos muestras que con tengan todos los elementos de fijación, grampas y empalmes a emplearse, teniendo cuidado que - las longitudes del conductor sean siempre mayores de un metro.

Ubicadas en un ambiente sin corriente de aire a cada muestra se le aplicará una intensidad 20 % mayor a la nominal por un período de 8 horas; - romando mediciones de temperatura por lo menos - cada media hora en los elementos de unión y en el conductor. Después de efectuada la serie de medidas, se dejará enfriar la muestra durante - 16 horas para volver a repetir el ciclo de medi - ciones.

Al final de cada calentamiento se medirá la caí - da de tensión en toda la muestra.

Una vez iniciados los ciclos de prueba, no se - permitirá ningún tipo de ajuste.

Ningún punto de las muestras con empalmes y - grampas deberá acusar una sobreelevación de tem - peratura mayor a las medidas en el conductor - sin uniones.

La caída de tensión (o resistencia) medida en - las muestras con empalmes y grampas deberá ser - menor o igual a la medida en el conductor sin - uniones.

Terminada la prueba se dismantelarán todos los - dispositivos de unión y se examinarán con cuida - do.

No deberán haber signos de calentamiento localizado, - quemaduras.

5.9.1.3 Aisladores y Accesorios

a) Generalidades

Se emplearán aisladores tipos pin y campana de - porcelana.

La porcelana de los aisladores debe ser sana, libre de defectos y completamente vitrificada, cubriendo completamente todas las partes expuestas del aislador.

Cada aislador deberá poseer una marca clara legible e indeleble que identifique al fabricante.

Los aisladores no serán afectados por las condiciones atmosféricas, clima, proximidad a la Costa, - polución, ozono, ácidos, álcalis, polvos o cambios bruscos de temperatura entre 0°C y 50°C bajo condiciones de trabajo.

Los aisladores deberán pasar las pruebas según - CEI-274/1968 y cumplir con CEI 52-60-75-120-137 y - 168, o alternativamente 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 (últimas revisiones). AIEE 49, NEMA 107. ASTM A239.

b) Aisladores tipo pin para línea aérea a 10 KV

Serán de clase 55-5 según Normas NEMA Catálogo N° SM 255, su agujero roscado permitirá alojar un pin - de una pulgada de diámetro.

Entre otras, a condiciones normales dadas por :

Presión barométrica	22.92 Pulg.Hg (760 mm. Hg)
Temperatura	77° F (25°C)
Presión de vapor	0.6085 Pulg. (15.45 mm.)

Se deberán satisfacer los siguientes valores :

- Tensión de descarga superficial a baja frecuencia.

- a) En seco 85 KV.
- b) Bajo lluvia 45 KV.

- Tensión de impulso crítica de onda
1.5 x 40 us.
- Negativa 170 KV
- Positiva 140 KV
- Tensión de perforación
a baja frecuencia 115 KV
- Longitud de fuga 12 pulgadas
- Carga de rotura apli
cada en voladizo. 3000 libras

c) Aisladores de campana para anclaje de línea aérea a 10 KV.

Serán de clase 52.3 según Normas NEMA, catálogo SA 5203.

Sus dispositivos metálicos de fijación serán - de tipo de badajo y caperuza (Ball and Socket).

Entre otras, a condiciones normales deberán sa tisfacer los siguientes valores :

- Tensión de descarga superficial a baja frecuencia.
- a) En seco 80 KV
- b) Bajo lluvia 50 KV
- Tensión de impulso a crítica de onda 1.5 x 40 - us :
- Negativa : 130 KV
- Positiva : 125 KV
- Tensión de perforación
a baja frecuencia 110 KV
- Longitud de fuga 11 1/2 pulg.
- Resistencia a la tracción aplicada
por 24 horas. 15,000 libras

d) Accesorios

Los aisladores se montarán fijados mediante accesorios de acero y hierro maleable de las características que se detallan más adelante.

Todos estos elementos, incluyendo tuercas y arandelas serán galvanizadas en caliente, cubiertas con una capa de zinc equivalente a 0.6 Kg/dm^2 .

El galvanizado tendrá una textura lisa y se efectuará después de cualquier trabajo de maquinado.

La preparación del material para galvanizado no afectará las propiedades mecánicas de las piezas tratadas.

d1) Pin para aisladores de 10 KV

Se usará pines de perfil cónico con 25.4 mm de diámetro en la punta, serán fabricados de acero con una resistencia tal que con una carga de 455 Kg. en voladizo en la punta se deflexionen un ángulo no mayor de 10° medido entre ejes. El esfuerzo de rotura del acero no será menor de 40 Kg/mm^2 .

Los pines para colocarse en una cruceta, tendrán una altura libre sobre la cruceta de 140 mm. Aquellos para instalarse en tope de poste, tendrán la base acanalada y dos huecos para colocación de tirafones, tendrá igualmente una altura libre de 114 mm de alto.

La colocación y fijación del pin en el aislador deberá hacerse mediante la adición de un cemento especial o plomo que absorva los esfuerzos que se originan por la diferencia en los coeficientes de dilatación a fin de garantizar la integridad de los aisladores.

Los pines para fijarse en crucetas vendrán-

con sus tuercas, contratuercas y arandelas respectivas.

Los de fijación en tope de poste con sus respectivos tirafones.

d2) Elementos de fijación de aisladores de anclaje

Los aisladores de anclaje serán provistos de los siguientes elementos de fijación :

- Grampas de anclaje

Los conductores se fijarán a las cadenas de anclaje mediante grampas de anclaje del tipo empernado.

Estas grampas serán construídas de hierro maleable diseñadas en tal forma, que eliminen la posibilidad de deformación de los conductores caldeados y separación de los hilos de los mismos, serán iguales al de Catálogo N°-5050 de JOSLYN.

La presión se aplicará sobre el conductor en forma pareja, las partes internas de las grampas serán lisas, estarán libres de ondulaciones, bordes cortantes y otras irregularidades. Sólo los extremos del canal que presiona el conductor estarán ligeramente ensanchados.

No deberá existir la posibilidad de que se aflojen los pernos.

Las grampas tendrán las siguientes características :

Conector	Casquillo
Diámetro cable	4.75 - 14 mm.
Esfuerzo máximo de tracción.	13.620 Kgr.
Peso	2.33 Kgr.

- Grampa de suspensión

Será de hierro maleable, galvanizado en caliente

te e igual o similar al Catálogo N°BT 2200 - de JOSLYN.

Al instalarlo en el aislador deberá usarse - un adaptador casquillo ojo. Tendrá las siguientes características :

Conector	Horquilla
Diámetro de cable	3.0 - 15.2 mm
Esfuerzo máximo de tracción	3.178 Kgr.
Peso	0.65 Kgr.

- Adaptador casquillo ojo (socket eye)

Serán construídas de hierro maleable galvanizado en caliente, estará equipado con un seguro de fierro galvanizado, será igual al - del Catálogo 3045 de JOSLYN tendrá las siguientes características :

- Esfuerzo máximo de tracción 13,620 Kgr.
- Peso 0.26 Kgr.

- Adaptador Horquilla Bola

Será construído de hierro maleable galvanizado en caliente, estará equipado con un pasador de fierro galvanizado y un pin de 5/8" ϕ de F^o G^o.

5.9.1.4 Equipo de Protección

a) Cortacircuíto Seccionador Fusible

Seccionador - Fusible

Para la protección se usará los cut-out, para instalación exterior, las que irán montadas en crucetas de concreto armado.

Los cut-out, serán de apertura automática al fundirse el fusible, y de apertura normal mediante pértiga. Las características técnicas son las siguientes :

Tensión de servicio 15/26 KV

Bil 95 KV
 Corriente de ruptura 10.5 KAsimétrica
 Corriente nominal 100 Amp.

El portafusible será un tubo aislante, -
 en cuyo interior se instalará el fusible, -
 tendrá contactos plateados y un ojo para in
 sertar la pértiga de operación y manteni -
 miento.

Serán iguales o similares al tipo F-3 de
 Chance, Catálogo C706-228000.

Fusibles

Los fusibles del tipo (SLOW FAST) lento-
 rápido de las siguientes capacidades :
 Derivación casa de máquinas 3 Amp.

b) Puesta a Tierra

La puesta a tierra estará compuesta de -
 los siguientes elementos :

- 15 metros de conductor de cobre desnudo -
 cableado N° 2 AWG.
- 1 conector de cobre para sujetar el con -
 ductor a la varilla de cobre o dispensor.
- 1 dispensor de cobre de 3/4" \varnothing x 2 metros
- 1 tubo PVC-SAP de 3/4" \varnothing x 0.6 metros.

c) Cabeza Terminal

Será suministrado para montaje exterior-
 con cable 3 x 35 mm² NKY 3 x 35 mm² 15 KV -
 con accesorios para instalación en poste de
 C.A.C.

La cabeza terminal será de fierro fundi-
 do relleno con masa aislante similar al -
 modelo CRADY. Tendrá como mínimo un nivel -
 de aislamiento 95 KV y una tensión no dis -
 ruptiva a la frecuencia de servicio de 34 -
 KV.

5.9.1.5 Sub Estación de Distribucióna) Soporte

Será del tipo barbolante constituido por :

- Dos (02) postes de C.A.C. 12/300 y - 100/330 diámetro en la punta y base - respectivamente.
- Dos (02) crucetas de C.A.C. vibrado - de 1.20 mt. de longitud.
- Un (01) travezaño de concreto armado
- Una (01) plataforma de concreto armado para soportar 1000 Kg. de peso.

b) Transformador

El transformador será diseñado y fabricado y probado de acuerdo a las prescripciones de las recientes normas, regulación y recomendación de :

- ITINTEC 370.002
- CEI 76

Deberán soportar las fuerzas sísmicas :

- Aceleración en cualquier dirección. 0.5 seg.
- Aceleración en dirección vertical. 0.2 seg.
- Frecuencia 10 Hz.

Características :

Número de fases	3
Condición	Montaje exterior
Voltaje primario nominal	10 ± 2 x 5 Kv
Voltaje secundario nominal	461/321 Volts.
Potencia nominal	50 KVA
Frecuencia	60 Hz.
Nivel de ruido	50 dB
Variación de temperatura	- 5° a 105° C.

El fabricante tendrá en
que el factor de carga-
es

0.30

Grupo de conexión CEI

DYN5

Serán capaces de soportar por 3 segundos sin su-
frir daño un cortocircuito exterior entre fases.

Capacidad térmica :

I (Kamp)	Tiempo admisible seg.
3	300
13.7	10
25	4

Accesorios :

- Tapón de llenado
- Válvula para vaciado y toma de muestra
- Pozo termométrico
- Bornes de puesta a tierra
- Asas de izaje
- Placa de características
- Accesorios para el anclaje a la plataforma de -
barbotante.

c) Sistemas de protección1. Protección contra sobrecorriente

Para la protección contra fallas eléctricas
en el primario se usarán Seccionador-Fusible -
tipo CUT-OUT.

La posición cerrada de los seccionadores es
tarán asegurados mediante un dispositivo flexi-
ble tipo resorte que haga los funcionamientos-
de enclavamiento mecánico.

El conjunto permitirá ser operado por pérti-
ga. Poseerán dispositivos de indicación visual
que muestra claramente cuando un fusible ha si-
do fundido.

Las grampas terminales de los seccionadores
fusibles permitirá fijar el conductor de sec -

ción 16 mm².

Vendrán provisto de abrazaderas empernadas - para su montaje en el soporte respectivo.

Características :

Voltaje nominal	10 KV.
Nivel básico de aislamiento	110 KV.
Voltaje de descarga a baja frecuencia	
En seco	70 KV.
Bajo lluvia	40 KV.
Intensidad del régimen de las áreas - de mayor contacto.	10 amp.
Capacidad de interrupción	1.7 Kamp.
Peso sin fusible	
Dimensiones principales	

El fusible será del tipo chicote (FUSE-LINKS) del tipo rápido NEMA K

- Tipo de designación
- Dimensiones principales

Se adjuntará las curvas características tiempo corriente.

d) Tablero de Distribución

Será de madera forrado con plancha galvanizada de 1/32". Las dimensiones aproximadas son - 0.80 x 0.40 x 1.20 mts. y estarán adheridos al - barbotante mediante abrazaderas.

El techo tendrá una inclinación de 15°

En el suministro incluye :

- Juego de aisladores portabarras
- Sistema de barras para 380/220 Volts.
- Cinco (05) juegos de bases portafusibles NH - 200 amp. y 500 volts. con fusibles de 35 amp.
- Un contador de energía activa trifásica
- Contactor tripolar de 3 x 20 amp.
- Una celda fotoeléctrica con fusible de 2 x 16

- amp. 220 Volts. 60 Hz. incluido soporte para -
montaje.
- Accesorios para conexión de salidas de servi -
cio particular y Alambrado Público.

5.9.2 Especificaciones Técnicas de Montaje

Las presentes especificaciones se cifan a lo esta -
blecido por el Código Nacional de Electricidad Tomos
I y IV, así como al Código Eléctrico del Perú y a -
las Normas usuales del buen arte en el montaje eléc -
trico, así como las Normas del Ministerio de Energía
y Minas.

5.9.2.1 Soportes

- El trazado de la línea deberá ceñirse, en
lo posible a la disposición que aparece -
en los planos.
- Las excavaciones serán hechas en dimensio
nes conforme a las prescritas en los dibu -
jos de las fundaciones y se harán de for -
ma tal que la tierra alrededor sea afecta
da lo menos posible.
- Las excavaciones serán hechas generalmen -
te con medios mecánicos.
- El fondo de la excavación deberá quedar -
limpia y pareja, retirándose todo material
suelto o de derrumbe.
- Si por error el Contratista excavara en -
exceso no será permitido rellenar, debien -
do por lo menos llenar con concreto 1/2 -
del espacio excedente.
- Los postes se cimentarán en base de con -
creto 1:12 con 30 % de hormigón y piedra,
sus dimensiones serán las siguientes :

Postes

H

Alineamiento	1.70
Cambio de dirección	1.70
Angulo 10°	1.70
Angulo 30°	1.70

- El poste deberá estar exactamente en el eje del macizo.
- En la parte superior del macizo y sobre el nivel del suelo se protegerá el poste mediante un anillo tronco cónico de concreto con 0.10 m. de alto y 0.40 m. ϕ .
- El poste no deberá estar en contacto directo con el terreno, deberá apoyarse sobre loza de concreto o sobre piedra.

El poste se levantará completamente armado.

- Los armados en postes de alineamiento deben observar perpendicularidad con el trazo de la línea.
- El efecto de verticalidad no deberá exceder en 0.005 m. por metro.
- En postes de anclaje y ángulo se hincará el poste con un cierto ángulo en dirección contraria al eje del tiro de los conductores, para neutralizar el efecto del mismo al efectuar el templado.
- El poste debe hincarse después de limpiar completamente todo el equipo en el montado.
- Durante el montaje se tomarán todas las debidas precauciones para evitar perjuicios en la superficie del poste.

5.9.2.2 Conductores

Durante la ejecución del montaje deberá tenerse presente lo siguiente :

- Evitar en lo posible el deterioro de los -

- conductores, ya sea por rozamiento sobre el terreno o mala manipulación del mismo.
- Los tramos de los conductores serán unidos entre sí mediante manguitos de unión.
 - No se permitirá más de una grampa de unión por tramo y por conductor; la unión se realizará a una distancia no menor de 10 m. del poste más próximo.
 - No se permitirá la unión de conductores mediante entorchado para ninguna sección.
 - En caso de deterioro del conductor, por rotura de 1, 2 ó más hilos, el montador deberá proceder a su reparación mediante manguitos de reparación.
 - El conductor deberá protegerse con cinta de armar en los puntos de sujeción de los aisladores.
 - Todas las poleas de tensión deberán estar en perfectas condiciones de eficiencia. En especial la fricción de los cojinetes deberá ser muy reducida para asegurar la uniformidad máxima posible del tendido entre dos vanos inmediatos.
 - El conductor deberá amarrarse al aislador - tipo pin (espiga) mediante conductor de cobre Nº 10 AWG suave.
 - La tensión mecánica aplicada al conductor durante el montaje no deberá sobrepasar el 20 % de la resistencia de la rotura.
 - No se permitirán empalmes en vanos adyacentes o en vanos que crucen carreteras, edificios u otras líneas aéreas.
 - El montador deberá retirar o evitar bosques,

árboles o elementos que dificulten el paso de la línea.

Tensado y Regulación de los Conductores

- La instalación de los conductores se hará de acuerdo a la tabla de flechas y tensiones.
- El conductor deberá ser puesto en flecha, tan pronto como sea posible luego del tendido; pero dejando transcurrir un tiempo prudencial para permitir que se equilibren las tensiones en los otros vanos. Se verificará la temperatura ambiente en el momento de regulación de los conductores, con termómetros adecuados.
- Una vez terminado el tendido, la flecha real existente no deberá superar la flecha teórica, admitiéndose una tolerancia menor o igual al 2 % de la flecha teórica.

5.9.2.3 Aisladores y Material Accesorio

a) Aisladores

Antes de proceder al ensamblaje de los aisladores todas las partes deben ser lavadas, en forma tal que queden libres de polvo, de materiales de embalaje, de las tarjetas de prueba, etc. A continuación será necesario que el Contratista practique una inspección cuidadosa de todas las partes, de tal modo que sea posible constatar que el material a emplearse en el montaje, se encuentra en perfectas condiciones.

Es absolutamente necesario cuidar que durante la instalación no sea dañado el esmalte de los aisladores y que la ferre-

tería y accesorios, no sean martillados o golpeados.

- En el armado de los aisladores se pondrá especial atención en el correcto montaje de los pasadores de seguridad.
- La operación de subir los conjuntos de aisladores a las crucetas, después que las mismas hayan sido ensambladas en tierra, debe ser hecha de tal modo que el conjunto sea mantenido constantemente vertical y que no se presenten esfuerzos de flexión sobre los pernos de acero de los aisladores.

b) Vientos

- Después de instalado el poste, se procederá a instalar los vientos, para lo cual se abrirá en el suelo los huecos respectivos y se colocará la base y el anclaje, según el plano.
- Para los postes de ángulo y terminales, así como los intermedios que llevan vientos, el contratista deberá suministrar los respectivos muertos de concreto armado que sirvan de anclaje a los mismos; según se muestra en el plano respectivo.
- La fijación al poste será por medio de abrazaderas.
- El ángulo del viento con respecto al poste será de 30° en lo posible.
- Se tendrá mucho cuidado de usar un guarda cabo de diámetro apropiado para evitar la rotura del cable de acero.

c) Seccionador de Potencia

Los seccionadores fusibles o cut-out iran

instalados sobre una cruceta asimétrica de concreto armado y permitirá el accionamiento mediante pértigas.

5.10 Redes de Distribución

5.10.1 Suministro de materiales

5.10.1.1 Soportes

Para la red secundaria los postes serán de madera tratado, cumplirán con las mismas condiciones de entrega anotadas - para el caso de la red primaria.

a) De 0 a 10°

Clase		7
Grupo		D
Diámetro en la base	mm	210
Diámetro en la punta	mm	122
Carga de rotura	Kg.	550
Peso	Kg.	140

b) De 10 a 90°

Clase		6
Grupo		D
Diámetro en la base	mm	220
Diámetro en la punta	mm	128
Carga de rotura	Kg.	680
Peso	Kg.	170

5.10.1.2 Conductores

a) Normas

Los conductores para la red secundaria cumplirán con las normas señaladas por ITINTEC 370.223, la que servirán de base para su evaluación.

Se aceptan para conductores con -

aislamiento normas internacionales.

.DGE	019-CA-2	Cableado
ASTM	B-193-49-LACS	Conductibilidad
ASTM	B-263-53T	
ASA	C7-29	Carga de rotura
IPCEA		Aislamiento conductor
COPANT	4.2	Procedimiento muestreo

b) Características

Los conductores serán de cobre electrolítico de temple duro, cableado formado de 7 hilos con cubierta WP o similar.

Diámetro nominal	mm ²	10	16	25
Diámetro exterior	mm.	5.85	6.70	8.85
Resistencia a 20° C.	ohm/km.	1.86	1.17	0.73
Diámetro del hilo	mm.	1.35	1.70	2.15
Espesor del aislamiento	mm.	0.8	0.8	1.2
Carga de rotura	Kg.	391	621	992
Peso	Kg/mt.	105	165	260

- Conductor de amarre

Para el amarre de los conductores de la red secundaria a los aisladores tipo carrete se utilizarán conductor de cobre sólido, temple suave con forro polietileno resistente a la intemperie de calibre 6 mm².

- Conductor para puesta a tierra

El conductor para puesta a tierra será de cobre desnudo, temple duro de sección 10 mm². A través de su recorrido el conductor no tendrá seccionamiento.

5.10.1.3 Aisladores y Accesorios de soportea) Aisladores

Serán de porcelana tipo carrete según normas ANSI C29-3 de Clase 53-2, el cual el agujero no tendrá rugosidades o apéndice que origine concentración de esfuerzos mecánicos.

Características :

Clase	53-1	53-2
Dimensiones exter.	2 1/4" ϕ x 2 1/8"	3 1/8" x 3"
Agujero	11/16" ϕ	11/16" ϕ
Tensión de flameo		
Baja frecuencia		
En seco	20 KV	25 KV
Bajo lluvia	8 KV	12 KV
Resistencia mecánica	2000 lb.	3000 lb.
Peso		1.18 lb.

b) Portalineas

Se utilizarán portalineas tipo bastidor para posición vertical, de fierro galvanizado para 5 aisladores tipo carrete. Distancia entre aisladores es de 15 cms. Estos se colocarán en una espiga de fierro galvanizado de 3/8" ϕ y llevarán pasadores de seguridad.

El portalineas deberá tener dos huecos centrados para la fijación al poste de madera con pernos pasante de 1/2" x 8" long.

c) Retenidas

Se usarán retenidas del tipo simple o contrapunta de acuerdo al espacio disponible.

La retenida estará constituido por los siguientes elementos :

- Perno ojal de fierro galvanizado de $5/8"$ \emptyset x $10"$ long. roscado en una longitud de 10 cm. Se proveerá de dos arandelas, tuerca y contra tuerca.
- Grapas de doble vía de Fe.Ga. con tres pernos de ajuste y para cable de acero galvanizado de $3/8"$.
- Cable de acero galvanizado 7 hilos y $3/8"$ \emptyset
- Guarda cable de plancha de acero de $1/16"$ de espesor, deberá tener un canal que permita el alojamiento de un cable de acero de $3/8"$ \emptyset
- Varilla de anclaje de $5/8"$ \emptyset x 1.50 mts. con un ojo en un extremo de $1"$ \emptyset interior y el otro roscado con arandela cuadrada de Fe.Ga. de $2" \times 2" \times 3/16"$ y un agujero de $13/16"$ y tuerca de ajuste.
- Templador de fierro galvanizado de $10"$ long. para cable de acero galvanizado de $3/8"$ \emptyset .
- Contrapunta de tubo de Fe.Ga. de $2"$ \emptyset x 1.40 mts. long. roscado en unos de sus extremos.
- Soporte de contrapunta será fabricado de plancha de acero galvanizado de 80×110 mm. y $3/16"$ de espesor y tubo de $2 1/2"$ \emptyset x 0.75 - mts. long., el tubo será soldado a la plancha.
- Terminal de contrapunta, fabricado de tapón de $2"$ \emptyset roscado y grapa de una vía para cable de acero galvanizado de $3/8"$ \emptyset .
- Bloque de concreto de $0.30 \times 0.30 \times 0.40$ mts.

d) Conectores

Para la unión de los conductores de la red secundaria se utilizarán conectores tipo tron cónicos del tipo presión, aptos para cada sección.

Los conectores deberán tener una resistencia mecánica no inferior al del conductor alojado y no permitirá el deslizamiento del con-

ductor hasta con el 95 % de la carga de rotura.

La superficie de contacto permitirá al pasopor lo menos de 1,2 In del conductor sin originar calentamiento superiores al del propio conductor.

5.10.1.4 Alumbrado Público

a) Generalidades

Estas especificaciones cubren el diseño, fabricación, pruebas y suministro de los equipos y accesorios del servicio de alumbrado público.

- Lámparas
- Reactancias y condensadores
- Fusibles

Los equipos que constituyen cada unidad de iluminación operarán con una tensión nominal de - 220 Volts. entre fase y neutro, con fluctuaciones de tensión de - 5 % respecto de la tensión nominal.

b) Pruebas

Todos los elementos del equipo de alumbrado Público serán sometidos a la prueba de rutina, establecidas en las normas CEI y/o las establecidas por los fabricantes de las partes fundamentales.

Las unidades de iluminación se someterán a las siguientes pruebas :

- Aislamiento a tierra
- Continuidad del circuito

c) Embalaje

Las unidades de iluminación serán embaladas de modo de evitar daños durante el transporte.

Las cajas de embalaje deberán llevar las indicaciones de fragilidad.

d) Descripción del material y equipod1) Pastoral

Serán de tubo de Fe.Ga. de 1"Ø x 1.50 en su desarrollo, similares a lo pastorales modelo UNIFIX de Josfel. Incluirá dos juegos de abrazadera de Fe.Ga. con sus pernos y agujeros para su respectiva fijación al poste de madera mediante tirafondos de 3/8" Ø.

d2) Conductor de alimentación a la luminaria

Para la alimentación a la luminaria se empleará conductor de cobre electrolítico temple blando, bipolar con aislamiento de polietileno, flexible resistente a la intemperie y al envejecimiento. La sección es de 2.5 mm^2 .

d3) Luminaria y accesorios

Se usarán artefactos iguales o similares al modelo MIRH-64 de Josfel, adecuado para lámparas de vapor de mercurio de 80 watts, con pantalla reflectora de aluminio refinado extrapuro, embutido en una sola pieza, -abrillantado y anodizado en su parte interna, en su parte externa será acabado con una mano de pintura esmalte secado al horno.

El soporte portalámparas debe ser regulado mediante tornillos ajustables, el contacto será a presión a prueba de vibración, el socket deberá soportar la temperatura de operación de la lámpara sin deteriorarse.

El protector será de plástico transparente, estará sujeto al reflector mediante ganchos de material inoxidable que aseguren un cierre hermético indeformable. El portalámparas será del tipo EDISON-27.

d4) Lámparas

Serán de descarga de vapor de mercurio de color blanco corregido, adecuado para operar a eficiencia nominal con cualquier inclinación sobre la horizontal. La emisión luminosa de la lámpara en el 70 % de su vida útil no deberá ser menor del 80 % del flujo inicial.

La lámpara que fallen en su funcionamiento antes que cumple el 6 % de su vida útil - promedio especificado por el fabricante, se considerará defectuosa y deberá ser cambiado por el proveedor sin costo alguno para los usuarios.

Características :

Potencia nominal	80 watts
Voltaje nominal	220 Volts.
Período de encendido	4 min.
Emisión luminosa mínima después de 100 horas.	3500
Emisión luminosa mínima al 50 % de su vida útil.	3090
Vida útil mínima	20000 horas

Reactancias

Adecuados para lámparas de vapor de mercurio, alta confiabilidad y de las siguientes características :

Voltaje nominal	220 Volts.
Rango admisible de voltaje	$\pm 6\%$ Vn.
Pérdidas de potencia	7.5 Watts.

Condensadores

Para operar a una tensión nominal de la red de 220 Volts. y para lámparas de vapor -

de mercurio de 80 watts. y con capacidad suficiente para corregir el factor de potencia a 0.9.

Célula fotoeléctrica

Tendrá las siguientes características :

Voltaje nominal	225 Volts.
Nivel de iluminación para conectar y desconectar.	5 a 10 lux.
Retardo para actuar	30 a 60 seg.
Potencia	1000 W
Rango de operación	180 - 250 V.

5.10.1.5 Acometidas Domiciliarias

a) Generalidades

Los términos a emplearse, calidad de los materiales a utilizarse en las conexiones domiciliarias tendrá como referencia la Norma DGE-011-CE.

b) Conductores

La presente especificación cubre la calidad mínima aceptable del conductor de acometida domiciliaria.

Será de cobre electrolítico, con aislamiento mayor de 600 volts. a prueba de la intemperie.

El conductor será del tipo concéntrico, una línea aislada protegido por una pantalla metálica que hace de retorno, y el conjunto de cubierta exterior. La sección del conductor será 2 x 10 AWG y no deberá estar sometido a tracción en su instalación.

c) Caja Portamedidor

La caja para medidor serán fabricados de plancha de acero laminado en frío galvanizado de 1/20" espesor. - 150 x 180 x 450 mm. La caja vendrá provista para empujamiento en murete o paredes y tienen preestampados en sus paredes seis huecos de 42 mm. de los cuales -

cuatro son para el paso de los conductores.

Su parte constructiva será :

- Caja principal :

Consta de un fondo plano, un marco y un bastidor. El marco frontal está especialmente estampado para recibir la tapa frontal.

Completan los soportes superiores e inferiores del tablero interior de madera.

- Tapa

Las dimensiones son 150 x 420 mm y serán equipadas con una cerradura tipo tambor de bronce y soporte para la chapa.

La luna transparente con las dimensiones 90 x 100 mm. serán de plástico acrílico.

Los soportes de la luna serán también de fierro galvanizado serán de 100 x 10 x 1 mm. soldado detrás del marco soporte.

- Tablero de Madera

Tendrá las dimensiones 415 x 145 mm. y de preferencia será de madera "ISHPINGO" seco cepillado en ambas caras los costados pintados con una mano de barniz transparente tipo marino.

La parte superior está destinado al instrumento de medida, mientras la parte inferior se ubicará el corta circuito loza de dos o tres terminales para el suministro monofásico o trifásico respectivamente.

- Acabado

Toda la parte metálica deberá ser arenado y tratado con mano de pintura "epoxilica".

d) Accesorios de conexión

- Separadores

Los separadores y sus seguros serán de tubo liviano PVC SEL preparado para sujeción del conductor espacia dos 20 cm.

- Tubo de protección

Serán de fierro galvanizado o de tubo PVC-SAP, con los siguientes diámetros :

- Sistema monofásico 3/4" ø
- Sistema trifásico

- **Empalme de Conductores**

Para la unión de los conductores se emplearán conectores de aleación de cobre de alta conductibilidad, de sección debidamente seleccionados para los diámetros del conductor. Los empalmes deberán ser preferentemente hermetizados.

Para las demandas monofásicas de 800 watts/lote, los fusibles serán del tipo DZ de 20 amp. 500 volts. y de una capacidad de 20 Ka.

Para las cargas de uso general correspondiente una demanda máxima 2 Kw será del tipo DZ de 25 amp. 500 volts.

5.10.2 Especificaciones Técnicas de Montaje

5.10.2.1 Generalidades

Las especificaciones técnicas de montaje se ciñen a lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, Normas involucradas de la Dirección General de Electricidad y del Reglamento Nacional de Construcciones y describen las tareas principales que deben efectuar el Contratista con el objeto de definir mejor, las exigencias y características del trabajo a efectuar y en algunos casos los procedimientos a emplearse quedan claramente establecidos.

Los detalles no establecidos en estas especificaciones quedan a criterio de la experiencia del montador, lo cual hará conocer al Ingeniero Residente.

Se transportará y manipulará los materiales con sumo cuidado. Los materiales serán transportados hasta la misma zona de trabajo sin dañarlos.

Todo material que resulta deteriorado durante el transporte deberá ser reemplazado.

5.10.2.2 Instalación de Soportes y Aisladores

Los postes ubicados a un promedio de 35 mts. entre tres postes cimentados a 1.40 mt. de profundidad sobre un solado de concreto de 5 cm. espesor mínimo. Los huecos para la cimentación tendrán 0.50 mt. de diámetro y será rellenado con concreto ciclópeo 1:3:5.

Los elementos de cada armado deberán ser ensamblados antes de ser izados, debiendo montarse verificando la verticalidad cuando el poste sea cambio de dirección, cambio de sección, terminal y derivación será colocado con cierta inclinación en el sentido opuesto de la fuerza resultante después del templado de los conductores el poste deberá quedar perpendicular.

En lo posible deberá evitarse colocar postes cerca de entradas a garajes y locales públicos.

Los aisladores serán remitidos en embalaje adecuados para ser transportados a la zona de ejecución de las obras.

Los aisladores se instalarán en los respectivos portalíneas verificando que queden perfectamente instalados. Los aisladores con roturas o fisuras serán reemplazados.

Para los postes de alineamiento, cambio de dirección, derivación desde el poste y poste terminal se usará un sólo portalíneas con los respectivos aisladores.

Para los postes de donde se empalma con vano flojo o sin cambio de dirección, cambio de sección con o sin derivación y fin de circuitos se usará -

dos portalíneas por poste con los respectivos aisladores.

• Instalación de Retenidas

Previo al tendido del conductor se instalará la retenida, templando de tal manera que incline el poste levemente para que al templar los conductores, éste recobre su posición normal y se encuentre en equilibrio. Se deberá verificar el ajuste de las grapas y del entorchado.

El ángulo mínimo de la retenida con el eje del poste será de 30° .

En la parte inferior del agujero vertical, debe cortarse el terreno para alojar la zapata de anclaje en ángulo recto con la dirección del cable de la retenida.

Debe abrirse un canal inclinado que permita la instalación de la varilla de anclaje. Tanto el agujero vertical y canal inclinado deberá rellenarse y compactarse. Al efectuarse el tensado de la línea el poste deberá quedar vertical.

5.10.2.3 Tendido del Conductor

Los conductores de la red se fijarán sobre los aisladores en el lado exterior para alineamiento y en el lado interior en el caso de cambio de dirección.

En las derivaciones desde el vano y cruces se usarán separadores de plástico.

La disposición del conductor es para servicio particular en la parte inferior y alumbrado en la parte superior.

Para los empalmes de los conductores será de preferencia usando grapas para los calibres 35 y 25 mm^2 y entorchado para 16 y 10 mm^2 y a fin de evitar pro -

blemas de corrosión todos los empalmes deberán ser -
cubiertos con cinta aislante plástica.

Para los circuitos de derivación, cambio de sec -
ción, se emplearán conectores de cobre tipo SPLIT -
BOLT.

No deberá hacerse más de un empalme por vano y -
conductor, y se ubicarán a no menos de mts. medio -
desde el poste.

La máxima longitud del vano flojo será 18 mts. Du -
rante el tendido del conductor se evitará el arras -
tre por sobre piedras filudas que puedan rasgar el -
aislamiento.

5.10.2.4 Montaje del Equipo de Alumbrado Público

Los artefactos de alumbrado público serán suminis -
trados ensamblado por el fabricante, e instalados -
por el ejecutor, en los pastorales, antes de ser iza -
dos para su montaje en el poste.

La posición de las lámparas dentro de los artefac -
tos, serán verificados después de haberse instalado -
en los postes de acuerdo al tipo de iluminación.

El control del encendido y apagado será mediante -
fotocélula eléctrica.

5.10.2.5 Acometidas Domiciliarias

En general se evitará que se rasguñe y se doble -
ángulos rectos los conductores que serán derivados -
desde los postes o directamente de los cables de la
red de servicio particular, a la entrada a las vi -
viendas, se colocará tubo de protección.

El empalme de la acometida al conductor de servi -
cio particular se utilizará conector de cobre de al -
ta conductividad, y perfectamente conectados.

Para los suministros monofásicos se utilizará fu -

sibles tipo DZ de 25 amp. 500 volts. e irán en bases portafusibles y para las cargas trifásicas será del tipo Dz 60 amp. 500 volts.

Los conductores de acometida instalados, sin tracción deberán tener la separación mínima del suelo :

- a) 3.0 mts. encima del nivel del suelo, veredas, pasajes, o áreas no transitables por vehículos.
- b) 5.50 mts. sobre vías públicas, calles, paseos, - caminos y carreteras.

VI. PRUEBAS

6.1 Generalidades

Las presentes especificaciones se refieren a las pruebas del pequeño sistema de suministro de energía compuesto por unidad de generación hidroeléctrica, transmisión y distribución.

Aquí se señalan los procedimientos, secuencias, reglas para seguir la inspección, el ajuste, regulación y pruebas antes de la puesta en marcha de la unidad, después de haber concluido la ejecución de las obras civiles y montaje electromecánico, así como para guiar la puesta en servicio.

Para un conveniente ajuste y prueba es necesario contar con una fuente provisional de energía eléctrica trifásica, móvil, instrumentos, herramientas y una carga artificial (electrodos inmersos en agua con sal).

6.2 Inspección y Prueba antes del llenado del Agua

- a) Inspección de las partes de entrada
 - a1) Inspección de la bocatoma, canal de aducción, desarenador, cámara de carga, tubería de presión con la finalidad de asegurarse que no haya probable causa de atascamiento por ninguna materia extraña.
 - a2) La compuerta de la rejilla y la válvula de entrada del agua a la turbina deben ser confiables y fácilmente maniobrables.
 - a3) El cono de descarga debe estar limpio y de fluido-libre.
- b) Inspección y Prueba del generador, y otros equipos eléctricos.
 - b1) La medida de la resistencia de aislamiento debe ser llevado de acuerdo a normas y requerimientos de cada equipo, incluyendo generador, regulador de voltaje, tableros.

- b2) Inspeccionar el elemento de puesta a tierra de cada equipo eléctrico para asegurarse que esté conectado.
 - b3) Inspeccionar los tableros con la finalidad de asegurarse que se encuentren en buenas condiciones y a la vez que se verifique la continuidad de los circuítos internos.
 - b4) Poner en circuito abierto el regulador de voltaje en la etapa de ajuste.
 - b5) Inspeccionar el circuito de cables de energía de cada unidad y a la vez asegurarse de la conexión.
- c) Inspección del regulador de velocidad
- c1) Inspeccionar la dirección de rotación, la regulación del relé de sobrepresión este debe estar regulado según indicación del fabricante, del mismo modo para el relé de mínima presión.
 - c2) Inspeccionar los mecanismos del límite de apertura y cierre del servomotor del regulador.
 - c3) Comprobar el correcto nivel de aceite en el indicador respectivo.
 - c4) Comprobar el funcionamiento de la válvula de cam - bio de la posición manual y automática, y viceversa.
 - c5) Ajustar el tiempo de apertura y cierre del distribuidor.
- d) Inspección de la válvula, compuerta y manómetro
- d1) Llevar a cabo la operación de apertura de la válvula principal y cierre de la misma, repetir tres veces. Del mismo modo la válvula descargador de fondo.
 - d2) Inspeccionar y verificar, y si es necesario ajus - tar la indicación del manómetro de acuerdo a la -

- presión de trabajo.
- e) Inspección del sistema eléctrico de mando y control y la prueba analógica.
- e1) Inspeccionar y verificar la operación de los circuitos del tablero.
- e2) Llevar a cabo la prueba del procedimiento de la puesta en marcha manual.
- e3) Inspeccionar el procedimiento de la pasada normal de la unidad.
- e4) Llevar a cabo la prueba de la parada de emergencia.
- f) Regulación de los parámetros del sistema de protección y prueba analógica.
- f1) Realizar la regulación en corriente del interruptor principal de acuerdo a la corriente nominal del generador.
- f2) La regulación del relé de máxima intensidad de característica extremadamente inversa, ejecutar para máxima corriente de cortocircuito de acuerdo a la coordinación de la protección.
- f3) Para la protección contra sobrecarga. El valor fijado será 1.25 In.
- f4) Regulación del relé de potencia inversa. Se fijará 10 % de la potencia nominal con retardo de 5 a 10 seg.
- f5) Para la protección contra sobrevoltaje. El valor se fijará de 1.2 a 1.4 veces la tensión nominal con retardo de 4 seg.
- f6) Referente a la regulación contra mínima frecuencia. El valor fijado del relé será 85 % de la frecuencia nominal.
- f7) Protección contra sobrevelocidad. El relé se re-

gulará de 1.2 a 1.4 veces la velocidad nominal - con tiempo de retardo de 5 seg.

f8) Llevar a cabo la prueba de parada de emergencia - debido a una falla, realizando cada prueba analó - gica para las protecciones mencionadas.

6.3 Prueba del Llenado del Agua

- a) Inspección del llenado de la tubería de presión con - agua.
 - a1) Inspeccionar el proceso del llenado de la tubería - de presión con agua.
 - a2) Inspeccionar la tubería de presión asegurandose que no exista filtraciones de agua al abrir la compuerta de la cámara de carga en 10 % de su apertura total y después que la válvula de admisión haya sido - cerrada por completo.
 - a3) Realizar la operación de apertura y cierre de la - compuerta de la cámara de carga a conducto lleno.
 - a4) Asegurarse que no existan filtraciones en la válvu - la de admisión a la turbina.
- b) Revisión del llenado de la carcasa espiral
 - b1) Revisar que no exista juegos en el sistema de admi - sión después que el distribuidor haya sido completa - mente cerrado.
 - b2) Llevar a cabo las pruebas de apertura y cierre de - la válvula de admisión con presión compensada.
 - b3) Del mismo modo de la válvula descargador de fondo.
 - b4) Revisar el manómetro y comprobar que la indicación - corresponda a la altura del agua.

6.4 Prueba de Puesta en Marcha

- a) Ejecución de la prueba a baja velocidad
 - a1) De manera manual girar el eje principal para asegu - rarse que el giro sea libre. Verificando que no exis -

ta ningún ruido, ni roce inconveniente en la turbina y cojinete.

- a2) Colocar en posición manual el regulador de velocidad.
 - a3) Retirar los fusibles del circuito de alimentación al regulador de voltaje aún si el interruptor del circuito se encuentre desconectado.
 - a4) Accionar manualmente el manubrio de la turbina para iniciar la rotación inicial de la unidad. Para una mayor seguridad la entrada de la válvula de admisión deberá estar abierta 20 a 30 % de su apertura total.
 - a5) Acelerar gradualmente al 60 a 80 % de la velocidad nominal el cual deberá mantenerse, durante 30 minutos para verificar las condiciones de trabajo de los cojinetes tales como la elevación de la temperatura, filtraciones del agua, fugas de aceite, vibraciones y ruidos extraños y en caso de presentarse eliminarlas.
 - a6) La turbina puede ser controlada manualmente a través del regulador, luego puede continuarse con las subsiguientes pruebas.
- b) Ensayo de funcionamiento en vacío a las condiciones nominales.
- b1) Colocar los fusibles retirados en a3 del punto 6.4.a
 - b2) Incrementar gradualmente la velocidad de rotación de la unidad al valor nominal, tratar siempre que la duración del incremento nunca supere 45 seg. Mantener la velocidad nominal por espacio de 60 minutos, entonces continuar inspeccionando las condiciones de trabajo.
 - b3) Verificar y medir las vibraciones axiales y radiales de los ejes de la turbina y del generador los cuales no deberán exceder los valores limitativos.

- b4) Con el reostato respectivo del regulador de volta je ajustar el voltaje.
 - b5) Observar las indicaciones del voltímetro y frecuen címetro asegurando que no exista condiciones anor- males.
 - b6) Verificar el funcionamiento del regulador de volta je para diferentes voltajes entre el 80 - 120 % - del valor nominal.
 - b7) Inspeccionar la elevación de la temperatura de ca- da cojinete.
 - b8) Colocar en posición automático el regulador de ve- locidad y verificar el funcionamiento correcto.
- c) Prueba de Sobrevelocidad
- c1) Antes de cargar la unidad, inspeccionar la protec- ción contra sobrevelocidad, asegurándose que esté- en buen estado.
 - c2) Operar manualmente el regulador de velocidad y per mitir que la unidad exceda de su velocidad normal- entonces verificar la acción del relé de sobrevelo cidad. La regulación del relé es 1.3 a 1.5 veces - la velocidad nominal con retardo de 5 seg.
- d) Prueba de la Unidad con Carga
- d1) Funcionamiento en vacío la unidad, accionar el in- terruptor principal a la posición conectado, luego incrementar la carga hasta el valor nominal y veri ficar si la unidad es capaz de generar su potencia nominal.
 - d2) Inspeccionar las indicaciones del amperímetro, va- tímetro, frecuencímetro y cosfímetro.
 - d3) Inspeccionar la vibración de la unidad y las condi ciones nominales de operación.
 - d4) A plena carga efectuar el cierre de la válvula de admisión y verificar la protección correspondiente

de la unidad.

- e) Prueba de descenso de carga
 - e1) Efectuar las pruebas de descenso de carga (10, 25, 50, 75, 100 % de la potencia nominal). Anotar los parámetros de la prueba uno a uno.
- f) Prueba de la operación en paralelo de las dos unidades
 - f1) Inspeccionar el circuito de sincronización.
 - f2) Colocar el manubrio o perilla tanto de los reguladores de voltaje y de los reguladores de velocidad para operación en paralelo.
 - f3) Seguir estrictamente las reglas para efectuar manualmente la operación en paralelo de dos unidades.
 - f4) Verificar el reparto igual de carga.
- g) Prueba de operación a carga continua.
 - g1) Después de terminar todas las pruebas mencionadas anteriormente, detener la unidad para efectuar una total inspección y eliminar todas las fallas.
 - g2) Poner en marcha la unidad durante 72 horas. La unidad debe ser puesta en operación a plena carga por un lapso de 72 horas durante este período tomar nota de los principales parámetros incluyendo la vibración, elevación de temperatura de los cojinetes y el equipo eléctrico.

6.5 Pruebas de las Instalaciones Eléctricas Interiores

a) Prueba de Rigidez Dieléctrica

Antes de la colocación de los artefactos de alumbrado y aparatos de utilización se efectuará una prueba de toda la instalación. Las pruebas serán de aislamiento a tierra y de aislamiento entre conductores, debiéndose efectuar las pruebas tanto en cada circuito, como en cada alimentador.

Las pruebas de aislamiento deberá arrojar como mínimo

mo los siguientes valores :

Circuitos de 15 y 20 Amp. o menos 1'000,000. Ohm.

Circuitos de 15 y 21 Amp. a 50 Amp. 250,000. Ohm.

Circuitos de 15 y 51 Amp. a 100 Amp. 100,000. Ohm.

Después de la colocación de artefactos y aparatos - de utilización se efectuará una segunda prueba, la que se considerará satisfactoria si se obtiene resultados - que no bajen del 50 % de los valores que se indican lí - neas arriba. El Contratista presentará al propietario - una relación detallada de las pruebas de aislamiento - con los valores obtenidos por circuitos en cada table - ro. Esta relación pasará a formar parte del Acta de en - trega final de estos trabajos.

b) Pruebas de Continuidad en la Instalación Eléctrica

Se deberá probar la continuidad eléctrica de todos - y cada uno de los circuitos y equipos que integran la - instalación, esta prueba puede hacerse por medio de - megger.

c) Continuidad de Tierra

Se deberá probar la continuidad a tierra, de todas - las partes metálicas no conductores de corriente, tan - to de la instalación eléctrica.

d) Resistencia a Tierra

Se medirá la resistencia a tierra y esta deberá es - tar dentro de los límites que establece el Código Eléc - trico del Perú.

Para electrodos artificiales (varilla Copper Weld, - placas de cobre, etc.) máxima resistencia 20 ohms.

e) Operación

En esta prueba se considerará la operación correcta de la instalación eléctrica en todas las partes, siste - mas y equipos que la integran, en forma independiente - y en conjunto, efectuando la prueba con todas las car -

gas eléctricas puestas en servicio, en las condiciones normales de diseño.

Tensión (Voltaje) : Se medirá la tensión en los alimen
tadores, tableros, interruptores, motores y en las úl-
timas salidas de cada circuito derivado para alumbrado
y contactos. También se medirá la tensión en el siste-
ma de emergencia.

La tensión deberá ser la de operación del o de los-
sistemas y la caída de tensión deberá estar dentro de
los límites permitidos.

Intensidad de corriente : Se medirá en todas los ali -
mentadores principales y secundarios y deberá tener -
los valores de diseño y estar balanceada en todas las-
fases.

Temperatura : La temperatura se deberá mantener dentro
de los límites normales de operación, tanto en la ins-
talación como en los equipos.

6.6 Pruebas de la Línea Primaria y Redes de Distribución

6.6.1 Generalidades

Al concluir los trabajos de montaje e instalación
se deberá realizar las pruebas que detalla a conti-
nuación en presencia del Ing. Residente, empleando -
instrucciones y métodos apropiados para este. El Con-
tratista efectuará las conexiones o reparaciones que
sean necesarios hasta que los resultados de la prue-
ba sean satisfactorio a juicio del Ing. Residente.

Previamente a la ejecución de estas, el contratista
en presencia del Ing. Residente, limpiará caidado
samente los aisladores, retirarse todas las puestas-
a tierra transitoriamente de los conductores y efec-
tuará toda otra labor que sea necesaria para dejar -
lista, para ser energizada.

Se realizarán las siguientes pruebas :

6.6.2 Pruebas Eléctricas

a) Determinación de la secuencia de fases

El contratista deberá efectuar mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores corresponde al prescrito.

b) Prueba de Continuidad

Para efectuar esta prueba, se procederá a poner en cortocircuito las salidas de la subestación y posteriormente probar en cada uno de los terminales la continuidad de la red.

c) Prueba de Aislamiento

Con posterioridad a la prueba de continuidad se efectuará la prueba de aislamiento en los cables de salida de cada subestación, observando en este caso que los niveles de aislamiento corresponden a lo especificado en las normas de la DGE.

d) Prueba de Voltaje

Después de efectuarse las pruebas anteriores, se aplicará la tensión nominal a toda la red, para la respectiva regulación del transformador y se compruebe el funcionamiento de todas las lámparas del alumbrado público.

VII. METRADO Y PRESUPUESTO

RESUMEN DETALLADO

OBRA : Suministro, Montaje y Puesta en Servicio de la Electrificación Rural de Carmen de la Frontera.

LUGAR : Carmen de la Frontera

PROVINCIA : Huancabamba

DEPARTAMENTO : Piura

FECHA : Agosto 1985

COSTO TOTAL DIRECTO : 4,235'141,521 Soles

I. GENERACION

IA OBRAS CIVILES

1. Bocatoma	73'946,142
2. Canal de Aducción (Mejoramiento)	82'576,057
3. Desarenador	26'208,608
4. Cámara de Carga	36'930,882
5. Tubería de Presión	532'983,291
6. Casa de Máquinas	146'581,881
7. Canal de Descarga	<u>40'277,628</u>
SUB TOTAL	939'504,489

IB SUMINISTRO Y MONTAJE DE EQUIPOS

1. Generación	2,616'727,357
2. Subestación Salida	<u>92'078,000</u>
SUB TOTAL	2,708'805,357

IC PRUEBAS

	<u>11'000,000</u>
TOTAL GENERACION	3,659'309,846

II. TRANSMISION

1. Suministro de Materiales	233'515,740
2. Montaje Electromecánico	22'305,000
3. Transporte	14'547,700
4. Prueba	<u>1'200,000</u>
TOTAL TRANSMISION	271'568,440

III. DISTRIBUCION (Dos Localidades)

1. Servicio Particular y Alumbrado Público.	259'753,735
2. Acometida Domiciliaria	42'234,500
3. Pruebas	<u>2'275,000</u>
TOTAL DISTRIBUCION	304'263,235

RESUMEN GENERAL

I. GENERACION	3,659'309,846
II. TRANSMISION	271'568,440
III. DISTRIBUCION	<u>304'263,235</u>
TOTAL	<u><u>4,235'141,521</u></u>

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	PARCIAL
			UNIDAD					
7.I	GENERACION							
7.IA	OBRAS CIVILES							
7.IA.1	BOCATOMA							
1.10	Trabajos Preliminares							
1.101	Construcción provisional (ficina, almacén, casa de guardiana, etc.)		M2	35	149,651.0	5'237,788		
1.102	Vías de acceso		Global	Esti a d o		2'700,000		
1.103	Desvío de flujo del agua y limpieza de material excedente.		Global	Esti a d o		1'250,000		
1.104	Trazo de nivel y replanteo		M2	49.8	3,376.7	168,159		
1.105	Nivelación y compactación del terreno		M2	49.8	13,084.4	651,603		
1.106	Excavación en material suelto		M3	38	19,971.0	758,898		
1.20	Concreto Simple							
1.101	Muro de contención hecho de c's = 175 Kg. cm ² más 30 % P.G.		M3	10	695,571.0	6'995,707		
1.202	Muros laterales de captación de 0.30 mts. espesor hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	4.15	819,744.8	3'401,937		
1.203	Loza de fondo de canal de captación de 0.40 mts. espesor hecho c's 140 Kg/cm ² .		M3	5.80	819,744.8	4'754,519		
1.204	Barraje parcial hecho de c's 175 Kg/cm ² . más- 30 % P.G.		M3	19.40	669,571.0	13'571,671		
1.205	Muro de rebose hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	3.4	819,744.8	2'787,132		
1.206	Muro lateral del canal demasias de 0.50 mts. espesor hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	6.35	819,744.8	5'205,379		
1.207	Loza de fondo de canal de demasias de 0.20 mts. espesor hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	3.85	819,744.8	3'156,017		
1.208	Solera Plana hecho con piedras grandes unidos con mortero 1:4.		M2	26.32	38,767.9	1'020,371		

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
1.30	Concreto Armado					
1.301	Pasarella para maniobra y colocación de com - puerta hecho de c's = 175 kg/cm ² .		M3	3.55	941,634.8	3'342,803
1.302	Aceros incluye corte, doblado y colocación.		Kg.	53	88,683.1	460,206
1.303	Encofrado y desencofrado		M2	6	35,300.0	211,804
1.304	Rejilla de protección contra acarreo de desper- dicios hecho de platina de fierro 1/8" x 1/2" - con espaciamiento 1 1/4" entre ejes con marco- 1.40 x 1.20 mts.		UN.	1	2'900,000	2'900,000
1.40	Compuertas					
1.401	Suministro de compuerta de fierro de 1.20 x 0. 50 mts. con izaje de tornillo, marco y acceso- rios completos.		UN.	1	6'600,000	6'500,000
1.402	Suministro de compuerta de fierro de 0.50 x - 0.65 mts. con izaje de tornillo, marco y acce- sorios completos.		UN.	1	4'500,000	4'500,000
1.50	Encofrados					
1.501	Encofrado y desencofrado en general		M2.	77	35,360.8	2'718,162
1.60	Revoques					
1.601	Tarrajeo con mortero 1:4 impermeabilizado de- 5 mm. espesor.		M2	63	42,126.8	2'653,988
	SUB TOTAL IA.1.....					73'946,142
7.IA.2	CANAL DE ADUCCION (Mejoramiento del Canal - Existente).					
2.101	Limpieza del canal existente.		Global	Esti	ma d o	2'500,000
2.102	Excavación en material suelto.		M3.	200	19,971.0	4'992,750
2.103	Excavación en roca suelta.		M3.	70	47,461.0	3'357,270
2.104	Relleno de piedras grandes y medianas unidos - con mortero 1:4.		M2.	4.8	32,306.0	1'550,710
2.105	Base y muros laterales de 0.15 mts. espesor he- cho de c's = 140 kg/cm ² .		M3	69.9	819,744.8	57'300,161

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
2.106	Tarrajeo con mortero 1:4" impermeabilizado - 1:4 de 5 mm. espesor.		M2.	301	42,126.8	12'680,166
2.107	Tapa de madera de forma trapezoidal de 0.80 x 1.20 mts. SUB TOTAL IA.2.....		UN.	1	195,000.0	195,000 82'576,057
7. IA.3	<u>DESARENADOR</u>					
3.10	<u>Movimiento de Tierras</u>					
3.101	Excavación en material suelto		M3.	10.3	19,971.0	205,701
3.102	Eliminación de material excedente.		M3.	15	14,245.0	213,675
3.103	Nivelación interior y apisonado.		M2.	57	3,249.0	120,213
3.20	<u>Concreto Simple</u>					
3.201	Transición del Canal a la Taza del Desarenador					
3.202	Muros laterales especiales de 0.30 mts. espe- sor y altura variable hecho c's 140 Kg/cm2.		M3	1.27	744,159.8	983,182
3.203	Loza de fondo que forma el piso de transición de 0.20 mts. espesor hecho de c's 140 Kg/cm2.		M3.	0.77	774,159.8	596,103
3.204	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 im- permeabilizado de 5 mm. espesor.		M2.	80	41,241.5	332,406
3.205	Taza del Desarenador					
3.206	Muros trapezoidales de 0,30 mts. espesor y al- tura variable hecho de c's 140 Kg/cm2.		M3.	10.7	774,159.8	8'283,509
3.207	Loza de fondo de 0.20 mts. espesor hecho de c's = 140 Kg/cm2.		M3	7.5	774,159.8	5'806,198
3.208	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 im- permeabilizado de 5 mm. espesor.		M2.	31	41,241.5	1'278,486
3.209	Transición Final de Reboso					
3.210	Muro de reboso de cresta viva hecho de c's - 140 Kg/cm2.		M3.	1.05	774,159.8	812,867

ITEM.	DESCRIPCIÓN	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
3.208	Muros laterales de transición hacia el canal de aducción de 0.30 mts. espesor hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	0.60	774,159.8	464,495
3.209	Loza de transición hacia el canal de aducción hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	0.48	774,159.8	371,596
3.210	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 in permeabilizado de 5mm. espesor.		M2	2.6	41,241.5	107,228
3.211	Loza de canaleta de limpieza de 0.20 mts. espesor hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	0.80	774,159.8	619,327
3.30	Encofrado y desencofrado		M2	63.2	35,025.6	2'213,617
3.301	Encofrado y desencofrado en General		UN.	1	3'800,000.0	3'000,000
3.40	Compuertas					261'208,608
3.401	Suministro de compuerta de fierro 0.50 x 0.40 mts. con izaje de tornillo marco y accesorios					
	SUB TOTAL IA.3.....					
7. IA.4	CAMARA DE CARGA					
4.10	Movimiento de Fierros					
4.101	Excavación de tierra suelta		M3	20	19,971	399,420
4.102	Eliminación de material excedente		M3	25	14,245	356,125
4.103	Nivelación interior y apisonado		M2	17	3,249	55,233
4.20	Desarenador					
4.201	Muros laterales de transición en 0.20 mts. espesor y altura variable hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	1.18	774,159.8	913,508
4.202	Loza de piso de transición de 0.20 mts. espesor hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	0.12	774,159.8	92,899
4.203	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 in permeabilizado de 5 mm. espesor.		M2	3.57	41,241.5	147,232
4.204	Muros laterales del desarenador de 0.20 mts. de espesor y altura variable hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	6.50	774,159.8	5'032,038

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
4.205	Loza de piso de 0.20 mts. espesor con canal - central de 0.30 x 0.10 mts. hecho de c's 140-Kg/cm ² .		M3	2.64	774,159.8	2'043,781
4.206	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 impermeabilizado de 5 mm. espesor.		M2	45	4,241.5	1'855,867
4.30	<u>Cámara de Carga</u>					
4.301	Limietos y muros de la estructura de transición a la tubería de presión hecho de c's = 140Kg/cm ² .		M3	6.95	774,159.8	5'380,410
4.302	Loza de fondo de 0.30 mts. espesor hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	0.58	774,159.8	449,013
4.303	Tarrajeo de muros y pisos con mortero 1:4 impermeabilizado de 5 mm. espesor.		M2	19	41,241.5	783,588
4.304	Tapa de madera de forma trapezoidal de 0.80 x 0.20 mts.		UN.	1	310,000.0	310,000
4.305	Suministro de rejilla de fierro de 1.00 x 0.97 mts. con barrotes de 32 x 35 mm. espaciados - 20 mm.		UN.	1	2'600,000	2'600,000
4.40	<u>Compuertas</u>					
4.401	Suministro de compuerta de regulación de fierro 1.10 x 1.00 mts. con izaje de tornillo, marco y accesorios completos.		UN.	1	5'100,000	5'100,000
4.402	Suministro de compuerta de fierro 0.50 x 0.65 mts. con izajes de tornillo, marco y accesorios completos.		UN.	1	3'000,000	3'000,000
4.50	<u>Encofrado</u>					
4.501	Encofrado y desencofrado en General.		M2	60	32,065.6	1'921,536
4.60	Canal de Alivio					
4.601	Excavación de tierra suelta.		M3	16	16,971.0	319,536

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		UNITARIO	COSTO
			UNIDAD	CANTIDAD		
4.602	Muros y pisos de 0.15 mts. espesor hecho de c's 140 Kg/cm ² .		M3	68	779,159.8	51264,286 361930,882
	SUB TOTAL IA.4					
7. IA.5	<u>TUBERIA DE PRESION</u>					
5.10	<u>Movimiento de Tierras</u>					
5.101	Trazo de nivel y replanteo		M2.	106	3,376.7	357,930
5.102	Excavación de zanjas 1.60 mts. ancho por 220 mts. profundidad en material suelto.		M3	80	30,037.4	2'403,992
5.103	Excavación de zanjas de 1.60 mts ancho x 2.80- mts. profundidad en roca suelta.		M3	70	4,330.4	2'893,128
5.104	Excavación de canaleta costado de la ruta de la tubería de 0.20 x 0.40 mts.		M	160	3,789.0	606,240
5.105	Excavación para los dados de anclaje y apoyos tipo I, II, III (Según plano GH-05)		M3	50	30,037.4	1'501,830
5.106	relleno y compactación final.		M2	40	37,859.0	1'514,160
5.20	Concreto					
	Armadado					
5.201	Anclajes de la tubería de presión hecho de c's = 140 Kg/cm ² .		M3	24	892,024.0	2'408,576
5.202	Acero, incluye corte doblado y colocación. Simple		Kg.	170	9,252.0	1'562,940
5.203	Apoyos para la tubería de presión de c's = 140 Kg/cm ² . más 30 % PG.		M3	32.5	660,678.0	21'473,054
5.204	Encofrado y desencofrado en general.		M2	86	32,025.6	2'754,201
5.205	Revestimiento del dren hecho de piedras medianas con mortero 1:4.		M2	35	24,560.0	859,600
5.30	Tubería de Acero					
5.301	Tubería de acero hecho de plancha soldada AS 35,457 mm. diámetro interior y 3/16" espesor.		Kg.	12000	29,750.0	357'000,000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
5.302	Transporte de la tubería de acero a la obra : Chimbote - Huancabamba.		Kg.	12000	1,200.0	14'400,000
5.303	Montaje de tubería y accesorios, pintado y - pruebas (0.35 US/KG).		UN.	12000	51,000.0	61'200,000
5.40	Accesorios de la Tubería de Acero					
5.401	Tobera de admisión 550 mm ϕ a 457 mm. ϕ hecho de plancha de acero 3/16" espesor.		Kg.	28	29,750.0	833,000
5.402	Pantalón de distribución asimétrica de 457 a 305 mm. según detalles hecho de plancha 1/4"- espesor, bridado.		Kg.	207	47,600.0	9'853,200
5.403	Reductor simple 305 mm. ϕ a 254 ϕ hecho de - plancha bridado.		Kg.	28	29,750.0	833,000
5.404	Junta de dilatación de 457 mm. diámetro inte- rior bridado.		Kg.	325	47,100.0	15'470,000
5.405	Junta de dilatación de 354 mm. diámetro inte- rior bridado.		Kg.	275	47,100.0	13'090,000
5.406	Accesorios varios (bridas, empaquetaduras, pe- gamento, etc.)		Global	E s t i m a d o		2'000,000
5.407	Transporte de accesorios		Kg.	807	1,200.0	968,400
						532'993,291
7.IA.6	CASA DE MAQUINAS					
6.010	Movimiento de Tierras					
6.0101	Trazo de nivel y replantero preliminar		M2.	200	2,193.2	438,640
6.0102	Corte de terreno en material suelto.		M3	198	15,141.7	2'998,056
6.0103	Explanación y compactación preliminares.		M2	225	4,258.1	960,314.6
6.0104	Excavación de zanja para la descarga del agua turbinada.		M3	79.5	15,141.7	1'203,765
6.0105	Nivelación interior y apisonado		M2	94	4,249.0	399,406
6.0106	Excavación de zanjas para cimientos de 1.00 - profundidad.		M3	23	19,971.0	459,333

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
6.020	Obras de Concreto Simple					
6.0201	Cimiento corrido de concreto ciclópeo 1:10 + 30 % PG.		M3	21.7	320,494.0	6'954,719
6.0202	Sobrecimiento de concreto ciclópeo hecho de - mezcla 1.: 10 + 25 % Hh.		M3	2.6	475,973.0	1'237,531
6.0203	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento.		M2	20.4	16,941.0	345,602
6.0204	Falso piso de concreto de 4" espesor hecho de cemento arena 1:10.		M2.	61.7	105,345.0	6'494,842
6.0205	Vereda de concreto de 4" espesor hecho de cemento arena 1:10.		M2.	58.5	76,754.0	4'494,708
6.0206	Canalleta de desagüe pluvial de 0.15 x 0.25 m. hecho de mezcla 1:8.		Mt.	22.2	40,462.0	1'302,876
6.03	Obras de Concreto Armado					
6.0301	Columnas					
6.0301	Concreto tipo 175 Kg/cm2.		M3.	2.16	964,158.0	2'082,583
6.0302	Acero, incluye corte, doblado y colocación.		Kg.	195	9,252.0	1'804,179
6.0303	Encofrado y desencofrado		M2	33	27,180.0	895,959
6.0304	Muros y placas continuas de cimentación					
6.0304	Concreto tipo 175 Kg/cm2.		M3	32.7	824,152.0	30'284,461
6.0305	Concreto tipo 140 Kg/cm2.		M3	2.26	774,159.0	1'749,599
6.0306	Acero, incluye corte, doblado y colocación		Kg.	975	9,252.0	9'020,895
6.0307	Encofrado y desencofrado.		M2	171	34,121.0	5'834,832
6.0308	Dados de Cimentación de la Maquinaria					
6.0308	Concreto tipo 175 Kg/cm2.		M3	1.65	887,625.0	1'464,582
6.0309	Acero, incluye corte, doblado y colocación.		Kg.	20	9,252.0	185,049
6.0310	Encofrado y desencofrado.		M2.	9.50	34,153.6	624,459
6.040	Muros					
6.0401	Muros de ladrillo soga.		M2	60	86,370.0	5'182,200
6.0402	Muros de ladrillo cabeza.		M2.	43.4	139,903.0	6'046,110

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
6.050	Estructura de Madera y Cobertura					
6.0501	Vigas de madera tornillo 3" x 8"		Pt.2	473	6,263.5	2'967,129
6.0502	Correa de madera tornillo 2" x 4"		Pt.2	266	6,174.3	1'642,214
6.0503	Cobertura de planchas de asbesto cemento tipo gran Onda.		M2	125	89,579.0	11'197,375
6.060	Revoques					
6.0601	Muro revestido intercorriente con yeso		M2	122	23,083.0	2'816,126
6.070	Pisos y Zócalos					
6.0701	Acabado de cemento sin colorear del piso pasta 1:2.		M2	89	26,148.0	2'327,198
6.0702	Acabado de cemento de los dados de cimentación con pasta 1:4.		M2	12.1	26,148.0	316,730
6.0703	Zócalo de cemento pulido, espesor 20 cm.		M2	45	9,241.2	423,954
6.0704	Zócalo de mayólica 11 x 11 cm. con pasta blanca 1:2 incluye sardinel		M2	10.6	198,031.0	2'099,129
6.0705	Acabado de cemento de la canaleta de cables - pasta 1:2		M2	5.5	22,125.0	121,692
6.080	Carpintería de Madera					
6.0801	Puertas de madera tablero.		M2	12.5	386,090.0	4'826,125
6.090	Carpintería Metálica					
6.0901	Ventanas de hierro fabricado de perfil "m" 1 x 1 x 1" con seguridad 1/2" x 3/8"		M2	7	299,926.0	2'099,483
6.0902	Papas para la canaleta de plancha estriada 1/4" espesor		M2	5.5	462,399.0	2'543,198
6.0903	Puerta tipo hoja, extraíbles fabricado de manilla metálica Pe.Ca. con marco de tubo 1 1/4" ø		M2	4.4	346,321.0	1'523,816
6.100	Cerrajería					
6.1001	Chapa de puerta exterior de embutir y cierre de dos golpes		UN	1	157,392.0	157,392

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
6.1002	Chapa de puerta interior de embutir.		UN.	2	112,392.0	224,784
6.1003	Bisagras 3 1/2" Ø.		UN.	16	6,563.0	105,008
6.1004	Picaporte de seguridad.		UN.	2	12,000.0	24,000
6.110	Vidrios					
6.1101	Vidrios simples semidobles, incluye masilla.		Pt2 .	78.1	12,674.0	988,324
6.120	Pinturas y Afines					
6.1201	Latex interior		M2.	35	6,263.0	764,098
6.1202	Barniz para puertas		M2.	12.5	6,994.0	87,427
6.1003	Anticorrosivo y esmalte.		M2.	7.0	18,260.0	127,825
6.130	Instalaciones Sanitarias					
6.1301	Salidas para agua potable incluye el suministro e instalación de tubería de Fe.Ga. codostees (Válvula de bronce opcional) uniones pegamento, empaquetadura.					
6.1302	Duchas		Pto .	3	74,910.0	224,730
6.1303	Llave cromada para lavatorio		Pto .	1	73,946.0	73,946
6.1304	Inodoro, lavatorio, toallera, jabonera, papelera y espejo biselado.		Pza .	1	44,283.0	44,283
6.1305	Tarque de eternit 250 lts. y accesorios de conexión.		Global	Estimado	2'574,074	
6.1306	Salida para desagüe : incluye el suministro e instalación de tubería PVC. codos tees uniones, pegamento, etc.		UN.	1	985,000.0	985,000
6.1307	Tubería de 4" Ø PVC y accesorio para empalme a caja de registro.		Pto .	3	277,539.0	832,619
6.1308	Caja de registro 0.30 x 0.60 mts.		Mt.	1	49,833.0	49,833.
6.1309	Conexión al pozo séptico con tubería 4" Ø PVC.		Pza .	1	187,097.0	187,097
6.1310	Construcción de un pozo séptico de 1.50 mt Ø x 2.10 mt. profundidad.		Mt.	30	49,833.9	1'495,017
			UN.	1	1'927,033.0	1'927,033

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
6.140 6.1401	Instalaciones Eléctricas Interiores. Centro de luz y braquetas : incluye el suministro e instalación de tubería PVC SAP, curvas uniones, conexiones abrazadera, caja octagonal 4" conductores y accesorios.		Pto.	9	73, 674.0	663, 072
6.1402	Interruptores : incluye el suministro e instalación de tuberías PVC - SAP, curvas uniones, abrazaderas, caja rectangular de P.Cu. 4" x 2" interruptor ticino conductores.		Pto.	3	78, 579.0	235, 737
6.1403	a) De un (01) dado b) De dos (02) dados c) De conmutación Tomacorriente: incluye el suministro e instalación de tuberías PVC SAP 1/2" ϕ curvas uniones, conexiones, cajas rectangulares de Fe. - Ga. 4" x 2" tomacorriente de placa de aluminio conductores.		Pto.	1	116, 939.0	116, 939
			Pto.	2	81, 068.0	162, 136
6.1404	Artefactos de iluminación según lámina V-1.		Pto.	3	125, 070.0	375, 210
6.1405	a) Tipo 1 b) Tipo 2 c) Tipo 3 Tablero para empotrar con soporte fabricado de plancha 1.5 mm. espesor y acabado con tratamiento fosfatizado debidamente equipado con : - Un (01) interruptor Termomagnético 3 x 35 A., 230 V. - Cuatro (04) seccionadores fusible 2 x 15 A., 230 V. - Accesorios - Cableado en General		Pza.	6	336, 201.0	2'017, 206
			Pza.	2	132, 000.0	264, 000
			Pza.	1	50, 195.0	50, 195
			UN.	1	2'950, 000.0	2'950, 000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
6.1406	Material menuda extra. SUB TOTAL IA.6		Global	Estimado		1'800,000 146'581,881
7.IA.7	<u>CANAL DESCARGA</u>					
7.101	Excavación en material suelto		M3	8	15,141.7	121,133.6
7.102	Relleno de piedra unidos con mortero 1:4		M2	6	32,306.6	193,839.0
7.103	Base y muros laterales de concreto simple 140 kg/cm2.		M3. M2	9.98 35.71	774,150.0 16,941.0	7'726,017.0 604,963.1
7.104	Encofrado y desencofrado		M2	54.63	32,025.0	1'749,525.0
7.105	Farrajeo con impermeabilizante en mortero 1:4 (5 mm. espesor)					
7.106	Construcción de una alcantarilla sifón de concreto armado 6 mts. longitud y 1.0 x 1.0 mts. sección.		Un.	1	27986,776.0	27'986,776.0
7.107	Canal sin revestir en terreno natural para 0.60 mt. 3/seg. (descarga a la quebrada).		Mt.	12.5	15,163.0	1'895,375.0
	SUB - TOTAL IA.7					40'277,628.0
7.IB	SUB TOTAL OBRAS CIVILES					939'504,489.0
7.IB	<u>SUMINISTRO Y MONTEJE DE LOS EQUIPOS ELECTRO - MECANICOS.</u>					
7.IB.1	<u>GENERACION</u>					
1.10	Suministro y montaje de los Equipos Mecánicos					
1.101	Turbina tipo "FRANCIS" de eje horizontal, una descarga autoportada y componentes básicos para un salto de H = 52 mts. y caudal Q = 0.380 mt ³ /seg. compuesto por : - Turbina (rotor, distribuidor, carcasa, cojinete, eje, base, soporte y accesorios).					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
1.102	- Eje de acero 3/4" ϕ - Volante de acero - Pernos de anclaje - Manómetro - Accesorios Válvula de R. Fundido tipo compuerta, brida- do con asiento de bronce 10" ϕ , 200 lb/pulg.2 y accesorios.		Gjto.	2	518'500,000	1,037'000,000
1.103	Válvula de R. Fundido tipo compuerta brida- do 3 7/8" ϕ 150 lb/pulg.2 y accesorios.		Pza.	2	5'800,000	11'600,000
1.104	Regulador de velocidad tipo oleomecánico, com- pacto accionado del eje de la turbina con fa- ja, capacidad 100 kg/mt, presión 25 Kg/cm2. y tiempo de cierre y apertura 3 a 4 seg. com - puesto por : - Sistema hidráulico - Sistema de bombeo - Dispositivos de maniobra y control - Accesorios		Pza.	2	1'400,000	2'800,000
1.105	Poleas de acero fundido para transmisión de - potencia con cuatro (04) fajas tipo "V", dis- tancia entre ejes 1.25 mt. 85 Kw. y relación- 1400/1800. Incluye las fajas. Transporte del equipo mecánico		Unid.	2	255'000,000	510'000,000
1.106	Suministro y Montaje del Equipo Eléctrico		Gjto.	2	2'950,000	5'900,000
1.20	Generador síncrono trifásico autoexcitado sin		Global	Estimado		7'000,000
1.201	escobillas y autorregulación estática de 75 kw 1800 rpm, fdp = 0.80, 230 V, 60 Hz, aislamien- to clase F, instalado a 2600.m.s.n.m. y prepa- rado para accionamiento mediante fajas.		Unid.	2	144'925,000	289'850,000
1.202	Tablero tipo autosoportado fabricado de plan- cha laminada en frío con tratamiento fosfati-					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
	<p>zado, uso interior, maniobra frontal, provisto con barras de cobre electrolítico, 60 Hz. y equipado con los siguientes dispositivos :</p> <p><u>Mando y Maniobra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Un (01) interruptor 3 Ø en caja moldeada provisto con bobina de disparo (SHUNT TRIP) manual y automático de 250 A, 230 V, 10 KA. - Pulsadores y bloqueadores - Lámparas de señalización <p><u>Medida</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Un (01) voltímetro 0-300 V, a.c. - Un (01) amperímetro 5A, 0-300 A a.c. - Un (01) vatímetro 3 Ø, 230 V 0-100 Kw. - Un (01) contador de energía 3 Ø 230 V, 5A. - Un (01) frecuencímetro, 230 V, 55-65 Hz. - Un (01) commutador voltimétrico 12A, 220 V. - Un (01) commutador amperimétrico 12A, 220V. <p><u>Protección</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tres (03) relés de máxima intensidad - Dos (02) relés de sobrecarga - Un (01) relé de mínima frecuencia con doble comutación en la salida. - Un (01) relé de potencia inversa - Un (01) relé de sobretensión - Un (01) relé de sobrevelocidad - Un (01) relé de sobrecarga del circuito de excitación. 					

ITEM.	DESCRIPCIÓN	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
1.203	<p>Transformadores de Medida y Protección</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos (02) transformadores de intensidad Clase 1. - Tres (03) transformadores de intensidad 250 ÷ 5 Clase 5P, 10 <p>Accesorios</p> <p>Conductores, terminales, conectores, pernería tropicalizada, soporte, etc.</p> <p>Tablero tipo autoportado fabricado IIEM a - 1, 203 pero equipado con los siguientes dispositivos :</p> <p>Mando y Maniobra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un (01) interruptor 3 Ø en caja moldeada - provisto con bobina de disparo (SHUNT TRIP) mando manual y automático 500 A, 230 V, 60 Hz, 10 KA. - Pulsadores y bloqueadores - Lámparas de señalización <p>Medida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un (01) voltímetro 0-300 V a.c. - Un (01) amperímetro 5A. 0-600 A, a.c. - Un (01) contador de energía activa 3 Ø, - 230 V, 5A. - Un contador voltimétrico 12A, 230 V. - Un (01) conmutador amperimétrico 12 A. <p>Protección</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tres (03) relés de máxima intensidad - Un (01) relé de falla a tierra regulación 		Cjto.	2	238'000,000	476'000,000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
1.204	<p>2 a 20 % a 1 VA, 2.5 VA. - Tres (03) lámparas de alta sensibilidad <u>Transformadores de Medida y Protección</u> - Dos (02) transformadores de intensidad - 500 ÷ 5 Clase 1. - Tres (03) transformadores de intensidad - 500 ÷ 5 Clase 5P, 10. <u>Sincronización</u> - Un (01) frecuencímetro doble 220 V 55-65 Hz - Un (01) voltímetro cero 0 - 600 V. - Un (01) conmutador tripolar - Lámparas de sincronización</p> <p><u>Accesorios</u> Conductores, terminales, conectores, pernería tropicalizada.</p>					
1.205	<p>Cable de energía eléctrica tipo NYY 3 x 120 mm², 1.1 KV. Cable de energía eléctrica tipo NYY 3 x 240 mm², 1.1 KV. Equipo de puesta a tierra compuesto por : <u>Materiales Eléctricos</u> - Veinticinco (25) mts. de conductor de Cu. - Ite 2/o AWG. - Un (01) conector de Cu para conductor N^o2/o AWG. - Un (01) dispersor de cobre 3/4" ø x 2.5 mts. - Ocho (08) mts. de tubo PVC - 3AP 2" ø. - Agregados de 10 Kg. sal combn, 25 Kg. de carbón con 2 Kg. de aditivo Sanrick-Gel.</p>					
1.206						
			Gjto.	1	252'000,000	252'000,000
			Mt.	11	579,540	6'374,940
			Mt.	10	956,241	9'562,410

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
1.207	<u>Material de Obras Civiles</u> - Cemento - Arena - Hormigón Mano de Obra 16 HH. Transporte de equipo eléctrico SUB TOTAL IB.1		Cjto. Global	2	1'820,000 E s t i m a d o	3'640,000 5'000,000 <u>2,616'727,350</u>
7.IB.2	<u>SUB ESTACION DE SALIDA</u>					
2.10	<u>Suministro y Montaje</u>					
2.101	Transformador 3 ϕ en baño aceite, montaje interior a 2600 m.s.n.m enfriamiento natural de las siguientes características ; Potencia 200 KVA Frecuencia 60 Hz. Relación vacio (230 + 2.5 %/10) KV Conexión Δ -Y Intensidad de magnetización 10 In. Se incluye los accesorios de montaje. Sistema de barras 3 ϕ 10 KV compuesto por : - Once (110 mts. de barra cobre electrolítico 10 mm. ϕ . - Nueve (09) aisladores portabarra de porcelana 12 KV. - accesorios de fijación. Seccionador - fusible de potencia tripolar, apertura bajo carga montaje interior a 2600 m.s.n.m. 12 KV, 200A, 350 KVA.		Unid.	1	48'100,000	48'100,000
2.102						
2.103			Cjto.	1	1'850,000	1'850,000
			Pea.	1	9'250,000	9'250,000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
2.104	Seccionador unipolares accionamiento manual - montaje interior 12 KV, 200A.		Pza.	3	1'800,000	5'400,000
2.105	Cartuchos fusibles no regenerables 12 KV, - 10 amp.		Pza.	3	700,000	2'100,000
2.106	Pararrayos tipo autoválvula clase distribucion 9 KV.		Pza.	3	1'450,000	4'350,000
2.107	Transformador de intensidad tipo 50 - 5, 10 KV.		Pza.	1	3'480,000	3'480,000
2.108	Soportes de elementos de maniobra y proteccion fabricado de perfil "L" 2" x 2" x 1/4" - con pernos, platinas, tirafones, etc.		Global	Estimado		910,000
2.109	Sistema de puesta a tierra tipo malla horizontal unidos a varillas hincadas verticalmente por : - Una (01) malla de 9 x 8 mts. fabricado con 60 mts. de conductor de Cu con 15 mm ϕ unido por soldado. - Seis (06) varillas de Cu 3/4" ϕ x 2 mts. - Ocho (08) conectores de bronce para 15 mm. ϕ . - Veinte (20) mts. de cable NRY 1 x 25 mm ² , - 10 KV. - Cinco (05) Kg. de aditivo Sanick-Gel. - Tres (03) mts ³ de hormigon lavado		Cjto.	1	9'172,000	9'172,000
2.110	Mano de obra 48 HH. Cabeza terminal de Fe fundido de 15 KV uso interior para recibir cable 3 x 35 mm ² .		Pza.	1	2'515,000	2'515,000
2.111	Pétiga de maniobra 10 KV y banco aislante.		Cjto.	1	2'000,000	2'000,000
2.112	Transporte		Global	Estimado		2'200,000
2.113	Imprevistos		Global	Estimado		751,000
	SUB TOTAL IB.2.....					92'078,000
	SUB TOTAL OBRAS ELECTROMECANICAS					2,708'805,357

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
IC.	<u>PRUEBAS</u>					
1.0	Pruebas		Global	Estimado		11'000,000 3,659'309,846
7.II	<u>TRANSMISION</u>					
7.II.1	<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>					
1.00	Postes y Crucetas					
1.01	Postes de C.A.C. de 11 mts. 200 Kg.		Pza.	13	1'421,175	18'475,275
1.02	Postes de C.A.C. de 11 mts. 300 Kg.		Pza.	6	1'559,690	9'358,140
1.03	Cruceta de C.A. vibrado simétrica de 1.20 mts		Pza.	13	188,260	2'447,380
1.04	Cruceta de C.A. vibrado simétrica de 1.50 "		Pza.	6	210,540	1'263,240
1.05	Cruceta de C.A. vibrado asimétrica de 1.50 "		Pza.	1	220,300	220,300
1.06	Soporte para sub estación aérea compuesto por: - Dos (02) postes de C.A.C. 12 mts. y 300 Kg. - Dos (02) crucetas de C.A. vibrado simétrico 1.20 mts. - Un (01) travesaño de C.A. vibrado de 2.20 mts. - Dos (02) medias lozas de C.A. soporte del transformador.		Cjto.	2	5'689,200	11'378,400
2.00	Conductores y Cables					
2.01	Conductor de cobre electrolítico, 7 hilos, desnudo, temple duro y sección nominal 16 mm ²		Mt	4350	11,100	48'285,000
2.02	Cable subterráneo tipo NKY, 3 x 16 mm ² , 15 KV		Mt	20	178,000	3'560,000
2.03	Conductor de cobre electrolítico, 7 hilos temple blando 6 mm ² .		Mt	100	3,300	330,000
3.00	Aisladores y Material Accesorio					
3.01	Aislador tipo PIN clase 55-5 EEEI-NEMA con sus respectivas espigas de Fe.Ga. 3/4" x 10 1/2" para fijar en cruceta de C.A. con tope					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
3.02	soldado, cabeza emplomada de 1" ϕ en un extremo, tuerca y arandela.		Unid.	34	140,545	4'778,530
3.03	Idem a 3.01 pero para punta de poste. Cadena de aisladores compuesto por : - Un (01) aislador clase EEEI-NEMA 52-3 - Un (01) adaptador horquilla-bola. - Una (01) grapa de anclaje - Un (01) perno ojo de Fe.Ga. en caliente 5/8" ϕ x 10" con tuerca, arandela y complementada con tuerca ojo.		Unid.	17	140,545	2'309,265
3.04	Para instalación en punta de poste. Idem a 3.03 pero para instalar en cruceta, incluye perno ojo de Fe.Ga. en caliente de 5/8" ϕ x 8" con tuerca, arandela y equipado con tuerca ojo.		Jgo.	7	452,130	3'164,910
3.05	Juego de retenida simple compuesto por : - Un (01) perno ojo de Fe.Ga. en caliente de 5/8" ϕ x 10" con arandela, tuerca y contra-tuerca. - Dos (02) guardacabo de Fe.Ga. en caliente - - Seis (06) grapas de Fe.Ga., doble vfa con tres pernos para cable de 3/8" ϕ . - Quince (15) mts. de cable de acero galvanizado de 3/8" ϕ y 7 hilos. - Un (01) templador de Fe.Ga. de 3/8" ϕ x 10" - Un (01) aislador de tracción tipo NUEZ clase 54 -2. - Una (01) varilla de anclaje Fe.Ga. 5/8" ϕ x 8" con arandela y tuerca. - Una (01) plancha de Fe.Ga. de 12" x 10" x 3/16" con agujero central 5/8" ϕ .		Jgo.	14	452,130	6'329,820

FECHA : AGOSTO '85

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
3.06	<ul style="list-style-type: none"> - Una (01) capaleta protectora de Fe.Ga. en caliente 1/16" espesor y 2.40 mts. - Un (01) bloque de anclaje hecho de C.A. 0.20 x 0.20 x 0.40 mts. - Juego de retenida doble compuesto por : elementos similares al idem 3.05, pero con : - Dos (02) pernos ojo de Fe.Ga. en caliente de 5/8" ϕ x 10" con arandela, contratuerca. - Cuatro (04) guardacabo de Fe.Ga. en caliente. - Doce (12) grapas de Fe.Ga., doble vfa con ttes pernos para cable 3/8" ϕ. - Treinta (30) mts. de cable de acero galvanizado de 3/8" ϕ. - Dos (02) templadores de Fe.Ga. de 3/8" ϕ x 10". - Dos (02) aisladores de tracción tipo NUEZ - Clase 54-2. - Una (01) varilla de anclaje Fe.Ga. 5/8" ϕ x 8' con arandela y tuerca. - Una (01) plancha de Fe.Ga. de 12" x 10" x 3/16" con agujero central. - Una (01) canaleta protectora de Fe.Ga. en caliente, 1/16" espesor y 2.40 mts. - Un bloque de anclaje hecho de C.A. 0.20 x 0.20 x 0.40 mts. Cabeza terminal tripolar montaje exterior para cable NYX 3 x 16 mm ² , 15 KV, incluye accesorios de fijación.		Jgo.	4	892,120	3'568,480
3.07			Jgo.	2	1'631,000	3'262,000
4.00	Transformadores y Equipo de Distribución		Pza.	1	1'785,000	1'785,000
4.01	Transformador trifásico en baño de aceite, -					

ITEM.	DESCRIPCIÓN	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
4.02	montaje exterior a 2600 m.s.n.m de 100 KVA, - (10-400/231) KV, 60 Hz.		Unid.	1	28'000,000	28'000,000
4.03	Similar al ítem 4.01 pero de 50 KVA Caja de distribución de 0.80 x 1.10 x 0.40 mts fabricado de madera forrado con plancha de la ton galvanizado 1/32" para montaje a poste de C.A. debidamente equipado con : - Sistemas de barras (350/220) V. - Juego de aisladores portabarra. - Dos (02) juegos 3 ø de base portafusible NH 100 amp, 500 V. - Un (01) juego 1 ø de base portafusible DZ - 20 amp. - Un (01) contactor tripolar 3 x 20 amp. - Una (01) celda fotoeléctrica. - Accesorios		Unid.	2	9'120,000	18'240,000
5.00	Equipo de Protección					
5.01	Seccionador-Fusible unipolar montaje exterior tipo CUT-OUT 100 amp, 15 KV, incluye acceso - rios de fijación.		Pza.	12	1'800,000	21'600,000
5.02	Fusible tipo chicote "K" de 6 amp. para CUT- OUT		Pza.	6	20,000	120,000
5.03	Pararrayos unipolares tipo autoválvula clase- distribución 9 KV.		Pza.	6	960,000	5'880,000
5.04	Sistema de puesta tierra tipo varilla compues- to por : - Dos (02) mts. de tubo FWC-SAP 1" ø. - Una (01) varilla Cooper-Weld 5/8" ø x 2.0 - mts. longitud. - Un (01) conector de cobre para conductor de 25 mm2.					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
5.05	<ul style="list-style-type: none"> - Quince (15) mts. de conductor desnudo de 25 mm². - Un (01) conector de doble vía en cruz para conductor de 25 mm². - Tierra cerámica, sal común, carbón vegetal. <p>Sistema de puesta a tierra tipo espiral com- puesto por :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quince (15) mts. de conductor desnudo de 25 mm². - Un (01) conector de doble vía en cruz para conductor de 25 mm². 		Jgo.	4	1'870,000	7'480,000
	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES ...		Jgo.	17	800,000	13'600,000
7.II.2	<u>MONTAJE ELECTROMECANICO</u>					233'515,740
1.00	<u>Soportes y Crucetas</u>					
1.01	Montaje de poste C.A.C. 11 mts. y 200 Kg.		c/u	13	250,000	3'250,000
1.02	Montaje de poste C.A.C. 11 mts. y 300 Kg.		c/u	6	250,000	1'500,000
1.03	Montaje de cruceta de C.A. simétrica de 1.20 a 1.50 mts.		c/u	19	65,000	1'235,000
1.04	Montaje de cruceta de C.A. asimétrica de 1.50 mts.		c/u	1	75,000	75,000
1.05	Montaje de soporte de subestación aérea com- puesta por :					
	- Dos (02) postes de C.A.C. 12 mts. y 300 Kg.					
	- Dos (02) crucetas de C.A. simétrico 1.20 mts.					
	- Un (01) travezaño de C.A. de 2.20 mts.					
	- Dos (02) medias lozas de C.A. soporte del transformador.					
2.00	<u>Conductores</u>		Cjto.	2	850,000	1'700,000

ITEM.	DESCRIPCIÓN	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
2.01	Tendido y puesta en flecha de conductor de Cu 7 hilos desnudo temple duro y sección 16 mm ² .		Mt.	4,350	1,700	7'395,000
2.02	Apertura de zanja y tendido de cable MKY 3 x 16 mm ² . 15 KV. con tierra apisonado.		Mt.	20	70,000	1'400,000
3.00	Equi o de Protección					
3.01	Instalación de seccionador - fusible tipo OUT OUT con fusible chicoote.		c/u	6	80,000	480,000
3.02	Instalación de pararrayos tipo autoválvula - 9 KV.		c/u	3	70,000	210,000
3.03	Preparación de pozo con agregados e instala- ción del juego de puesta a tierra.		c/u	2	115,000	230,000
3.04	Instalación de juego de puesta a tierra tipo- espiral.		c/u	17	20,000	340,000
4.00	<u>Transformadores</u>					
4.01	Montaje de transformador 3 ϕ , 100 KVA, (10 - 400/231) KV en soporte barbotante, incluye - conexión.		c/u	1	360,000	360,000
4.02	Idem a 4.01 pero 50 KVA .		c/u	1	250,000	250,000
5.00	Aisladores y Material Accesorio.					
5.01	Instalación de aislador tipo PIN clase 55-5 - con sus accesorios de fijación.		c/u	51	25,000	1'275,000
5.02	Instalación de cadena de aislador de suspen- sión con sus accesorios de fijación.		c/u	21	85,000	1'785,000
5.03	Instalación de juego de retenida simple.		c/u	4	100,000	400,000
5.04	Instalación de juego de retenida doble.		c/u	2	150,000	300,000
5.05	Instalación de cabeza terminal 15 KV con sus- accesorios de fijación.		c/u	1	120,000	120,000
TOTAL MONTAJE ELECTROMECANICO						22'305,000

FECHA = AGOSTO '85

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
3.0	<u>TRANSPORTE</u>					
1.0	Postes de C.A.C. 11 mts. 200 o 300 Kg.		Kg.	12,730	820	10'438,600
2.0	Crucetas de C.A. 1.20 y 1.50 mts.		Kg.	1,000	820	820,000
3.0	Soporte de subestación aérea tipo biposte.		Kg.	1,950	820	1'517,000
4.0	Conductores y cable de cobre.		Kg.	540	820	442,800
5.0	Aisladores y material accesorio		Kg.	100	820	82,000
6.0	Transformadores y tableros		Kg.	1,500	820	1'230,000
	TOTAL TRANSPORTE					14'547,700
4.0	PRUEBAS					1'200,000
7.III	TOTAL LINEA DE TRANSMISION					271'568,440
7.III.1	<u>DISTRIBUCION</u>					
1.1	Servicio Particular y Alumbrado Público					
1.00	<u>Suministro de Materiales</u>					
1.01	Postes					
1.01	Poste de madera tratada 8 mts, clase 7 y grupo D.		Pza.	24	280,000	6'720,000
1.02	Poste de madera tratada 8 mts., clase 6 y grupo D.		Pza.	14	320,000	4'480,000
1.03	Poste de C.A.C. 8 mts. y 200 Kg. carga trabajo.		Pza.	4	950,000	3'800,000
2.00	<u>Aisladores y Accesorios</u>					
2.01	Aislador de porcelana tipo carrete clase ANSI 53-2.		Pza.	250	7,000	1'750,000
2.02	Portaíneas de Fe.Ga. tipo bastidor para cinco aisladores tipo carrete, separación 15 cm.		Pza.	49	104,000	5'096,000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		UNITARIO	PARCIAL
			UNIDAD	CANTIDAD		
2.03	Perno de Fe.Ga. de 3/8" ϕ x 8" longitud con - arandela y tuerca.		Pza.	100	42,000	4'200,000
2.04	Idem a 2.02 pero para dos aisladores.		Pza.	5	60,000	300,000
2.05	Conector tipo Split-Bolt de Cu para conductor 16 mm ² .		Pza.	15	19,000	285,000
2.06	Idem a 2.05 pero para conductor 10 mm ² .		Pza.	35	15,500	542,500
2.07	Separador de tubo PVC-SAP 1" ϕ preparado para cinco aisladores y separación 15 cm.		Pza.	2	7,000	14,000
2.08	Dos (02) rollos de cinta aislante uso interpe- rie.		Pza.	2	20,000	40,000
2.09	Juego de retenida simple compuesto por : - Una (01) abrazadera de Fe.Ga. 3/16" x 2". - Dos (02) Guardacabo de Fe.Ga. 3/8" ranura. - Cuatro (04) Grapas de doble vía y tres per- nos para cable 3/8" ϕ . - Un (01) aislador de tracción clase ANSI 54-1 - Doce (12) mts. de cable de acero Galv. 7 hi- los y tres octavos de pulgada ϕ . - Una (01) varilla de anclaje de Fe.Ga. 5/8" ϕ x 2.20 mts. con arandela cuadrada y tuer- - Una (01) canaleta protectora de fierro galv nizado 1/16" espesor por 2.40 mts. - Un (01) bloque de anclaje hecho de C.A. 0.1 x 0.40 x 0.40 mts.		Jgo.	12	566,829	6'801,948
2.10	Juego de retenida contra punta compuesto por - Una (01) abrazadera de Fe.Ga. 3/16" x 2". - Dos (02) guardacabo de Fe.Ga. 3/8" ranura. - Cuatro (04) grapas de doble vía y tres per- nos para cable 3/8" ϕ . - Un aislador de tracción clase ANSI 54-1. - Doce (12) mts. de cable de acero Galv. 7 hi- los 3/8" ϕ .					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD		UNITARIO
	<ul style="list-style-type: none"> - Una (01) canaleta protectora de Fe.Ga. 1/16" espesor x 2.40 mts. - Un (01) soporte para contra punta fabricado de plancha de Fe.Ga. 3/16" espesor; 80 x 110 mm y tubo soldado de 1 3/4" ϕ x 2" longitud. - Una (01) contrapunta de tubo de Fe.Ga. rosado en un extremo 1 1/2" ϕ x 1.20 mts. - Un (01) bloque de anclaje hecho de C.A. - 0.15 x 0.40 x 0.40 mts. 					
3.00	Equipo de Alumbrado Público		Jgo.	2	680,195	1'360,390
3.01	Pastoral tipo UNIFIX de tubo de Fe.Ga. 1" ϕ x 1.50 mts. en su desarrollo.		Pza.	40	195,000	7'800,000
3.02	Pastoral de C.A. vibrado triple tipo Sucre "C".		Pza.	4	380,000	1'520,000
3.03	Abrazadera de platino de Fe.Ga. 3/16" x 2" y agujeros 1/2" ϕ con tirafones 3/8" ϕ .		Pza.	80	28,000	2'240,000
3.04	Artefacto de iluminación tipo KIH 64 o similar con zóquete E - 27 y equipado con reactancia y condensador.		Pza.	52	490,000	25'480,000
3.05	Lámpara de vapor de mercurio (HPL) 80 watts, 230 V y 60 Hz.		Pza.	52	88,000	4'576,000
3.06	Portafusible aéreo de porcelana, 10 amp. con fusible 1 amp.		Pza.	52	8,000	416,000
4.00	Conductores					
4.01	Conductor de Cu electrolítico cableado, 7 hilos, temple duro con aislamiento WP Sección - 25 mm ² .		Mt.	51	26,700	1'361,700
4.02	Ídem a 4.01 pero de sección 16 mm ² .		Mt.	465	19,660	9'141,900

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
4.03	Idem a 4.02 pero de sección 10 mm ² .		Mt.	3,050	11,350	34'617,500
4.04	Conductor Cu electrolítico sólido, temple blanco con aislamiento TW sección 6 mm ² .		Mt.	100	2,000	200,000
4.05	Conductor de Cu bipolar temple blando con aislamiento resistente a la interperie 2 x 2.5 - mm ² .		Mt.	200	6,880	1'376,000
1.2	TOTAL SUMINISTRO MATERIALES.....					124'118,938
1.00	<u>Montaje Electromecánico</u>					
1.01	<u>Postes</u>					
1.01	Montaje de poste de madera 8 mts, clase 7 y - Grupo D.		c/u	24	65,000	1'560,000
1.02	Montaje de poste de madera 8 mts. clase 6 y - Grupo D.		c/u.	14	75,000	1'050,000
1.03	Montaje de poste C.A.C. 8 mts. y 200 Kg.		c/u	4	160,000	640,000
2.00	<u>Aisladores y Accesorios</u>					
2.01	Instalación de portallíneas para cinco aisladores incluido los mismos.		c/u	49	18,000	882,000
2.02	Instalación de portallíneas para dos aisladores incluido los mismos.		c/u	5	12,000	60,000
2.03	Instalación de retenida simple incluido fabricación de zapata.		c/u	12	75,000	900,000
2.04	Instalación de retenida contrapunta incluido fabricación de zapata.		c/u	2	85,000	170,000
3.00	<u>Equipo Alumbrado Público</u>					
3.01	Montaje del equipo de alumbrado público incluye conexonado.		c/h	40	25,000	1'000,000
3.02	Montaje de pastora de C.A. triple tipo Suore con artefacto de iluminación incluye conexonado.		c/u	4	60,000	240,000

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
4.00	Conductores					
4.01	Tendido y puesta en flecha de conductor de Cu forrado. - Sección 25 mm ² . - Sección 17 mm ² . - Sección 10 mm ² .		Mt. Mt. Mt.	51 465 3,050	4,318 3,390 1,780	220,218 1'576,350 <u>5'429,000</u> 13'727,568
1.3	TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO					
	<u>Transporte</u>					
1.0	Postes de madera tratada 8 mts. longitud.		Kg.	6,000	820	4'920,000
2.0	Poste de C.A.C. 8 mts. y 200 kg.		Kg.	1,000	820	820,000
3.0	Pastoral tipo UNIFIX de tubo 1" ø.		Kg.	1.60	820	131,200
4.0	Pastorel de C.A. triple tipo Sucre "C".		Kg.	600	820	492,000
5.0	Artefactos y lámparas de iluminación		Kg.	150	820	123,000
6.0	Aisladores y ferretería		Kg.	400	820	328,000
7.0	Conductores		Kg.	1,500	820	1'230,000
	TOTAL TRANSPORTES					<u>8'044,200</u>
7.III.2	TOTAL RED DE SERVICIO PARTICULAR Y ALDEHARADO PUBLICO					148'430,706
	<u>ACOMETIDA DOMICILIARIA</u>					
A	<u>Suministro Materiales</u>					
1.00	Conductores					
1.01	Conductor concéntrico de Cu electrofítico con aislamiento resistente al envejecimiento e in terperie 2 x 6 mm ² .		Mt.	500	6,712	4'356,000
2.00	<u>Material Accesorio</u>					
2.01	Templador de Pl.Ga. para conductor concéntrico 2 x 6 mm ² .		Pza.	110	12,000	1'320,000
2.02	Grampa bifilar de Cu para conductor sección -					

ITEM.	DESCRIPCION	REF.	METRADO		COSTO	
			UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	PARCIAL
2.03	25 mm2.		Pza.	110	6,000	660,000
2.04	Tubo de Fe.Ga. 3/4" ø Separador de tubo PVC-SEL de 1" ø preparado - para cinco (05) conductores separación 15 cm. Fusibles D7 20 amp. (2 unid.). Material adicional extras.		Mt.	100	40,000	4'000,000
2.05			Pza.	55	11,000	605,000
2.06			Pza.	110	4,600	506,000
3.00	Caja Portamedidor de Fe.Ga.		Global	Estimado		100,000
3.01	Caja portamedidor de Fe.Ga. circuito monofásico.		Pza.	55	108,400	5'962,000
B	Plano de Obra					
1.00	Instalación de Acometida aérea.		c/u	55	75,000	4'125,000
C	Transporte					
1.00	Transporte de materiales.		Global	Estimado		2'500,000
	TOTAL ACOMETIDA					24'134,000
3	Pruebas					
	TOTAL DISTRIBUCION (Localidad de Sopalache)					173'864,706
	Se estima para la localidad de Pulún el costo de redes representa 75 % del costo hallado para la localidad de Sopalache.					
	TOTAL DISTRIBUCION (Localidad de Pulún).....					130'398,529
	TOTAL DISTRIBUCION					304'263,235

CONCLUSIONES

1. Ha sido la intención de la Tesis presentar un modelo típico de -- estudio definitivo para Minicentrales Hidroeléctricas, donde se - ha dado énfasis en el diseño electromecánico en base a Normas - con la finalidad de reducir costos de fabricación de los equipos- y materiales.
2. Si bien es cierto que la solución al problema energético en el - campo rural utilizando Minicentrales Hidroeléctricas tiene limita- ciones referentes al alto costo de Inversión por KW instalado, es te presentará algunas ventajas con respecto a otros como son :
 - Soluciona el problema energético en lugares donde el suministro de combustible es difícil principalmente debido a que los accesos son intrasitables.
 - Contribuye a largo plazo a mejorar el desarrollo socioeconómico.
 - Se encuentra que la tecnología nacional está disponible.
 - Bajo costo de operación.
 - El agua utilizada para la generación puede ser compatible con - otros propósitos.
3. La implementación de la Electrificación Rural como parte del Desa- rrollo Socioeconómico debe estar ligado a la participación de - otros sectores principalmente del agrario con la finalidad de pro mover el uso productivo agroindustrial de la energía eléctrica.
4. La Electrificación Rural en zonas de baja densidad poblacional - (alta dispersión) puede ser implementada en su distribución ener- gía a bajo costo, comparado con el sistema tradicional utilizando el sistema monofásico con retorno total por tierra.
5. En una región rural es muy difícil estimar el consumo diario de - energía dado que éste depende de muchas variables principalmente- socioeconómico por lo que concluimos que la demanda oscilará so - bre un ancho de banda dependiendo de los proyectos de desarrollo- y economía de la zona en ese sentido consideramos que el término- medio es representativo.

6. Para el diseño del canal de aducción se ha propuesto una fórmula simplificada que permite hallar las secciones de manera rápida - utilizando la computadora a fin de obtener las secciones con todo el trayecto del canal.
7. Se ha dado énfasis a los cálculos y Especificaciones Técnicas de la tubería de Presión con la finalidad de alcanzar el correcto - diseño y construcción, dado que este representa un costo conside - rable dentro del proyecto, para completar es necesario diseñar - las fundaciones soporte de la tubería.
8. Para Edificación de la Casa de Máquinas ubicadas en superficie - no hay limitaciones en cuanto a su área disponible. Del mismo mo - do dada su cercanía a la población no es necesario la edifica - ción de vivienda, para el operador.
9. Tal como se muestra en los cálculos para la selección del equipo mecánico y eléctrico se ha dado énfasis en el análisis del siste - ma de regulación y protección respectivamente, donde se ha utili - zado ecuaciones simples para obtener los parámetros de operación a condiciones nominales. Los resultados obtenidos se encuentran - de acuerdo con la práctica y experiencia alcanzada en regulación. Para un análisis más detenido es necesario utilizar la teoría de control.
10. La selección del tiempo de cierre del distribuidor se ha realiza - do principalmente en base a la variación transitoria de veloci - dad, donde según gráfico 4.06 (pertenece al capítulo IV), el - tiempo óptimo es de 3 a 4 seg. para sistemas aislados este valor es apropiado.
11. Tal como se demuestra en los cálculos eléctricos se ha incluido - la coordinación de la protección de donde podemos concluir la di - ficil selectividad, básicamente en la Sub-Estación de Salida de - bido a la baja potencia de cortocircuito del sistema por lo que - recomendamos suministrar fusibles fabricados para bajas corrientes de cortocircuito. Del mismo modo se concluye es necesario su - ministrar transformadores de distribución con baja corriente de magnetización, esto permite mejorar los márgenes de tiempo en la coordinación.
12. En lo que respecta a la Subestación de Salida se concluye que su

análisis de alternativas es muy simple debido a la magnitud de potencia a generar.

13. Dado que el sistema de Media Tensión es aterrizado se han realizado los cálculos de fallas respectivas que nos permitan la regulación del relé de falla a tierra que presenta características especiales donde se debe tener muy presente la sensibilidad del relé como consecuencia de posibles fugas de corriente.

Recomiendo la regulación definitiva con pruebas en sitio.

14. También se precisa que para obtener una buena protección es necesario contar con un buen sistema de puesta a tierra, según nuestros cálculos se deberá obtener una resistividad del terreno menor de - 100 ohm-mt.

Si en la medida de dicha resistividad supera el valor señalado se recomienda emplear algún tipo de tratamiento químico del terreno.

15. Según los cálculos efectuados los valores de las caídas de tensión son pequeños por lo que permitirá realizar futuras interconexiones.
16. En la selección de los materiales para el sistema de distribución de energía se ha realizado en base a la fabricación de la industria nacional de esta manera contribuye a reducir el desempleo.
17. Según el análisis de alternativas dadas en el apéndice la diferencia de los valores actuales netos entre la solución térmica e hídrica es bajo del orden \$ 10,000 dólares pero a largo plazo es conveniente la solución hidro principalmente si el suministro de energía se fija en 24 horas diarias.
18. Es muy importante notar en el Sistema de Protección establecido y realizado la respectiva coordinación se cumple exclusivamente para dos (02) generadores operando en paralelo donde la curva del relé (1') es dos veces la curva del relé (1) en corriente.

A P E N D I C E A - 1
=====

EVALUACION DE COSTOS PARA LA ELECTRIFICACION DE CARMEN DE LA FRONTE-
RA - PIURA

Fecha : Agosto 85

I. EVALUACION DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCION

A. Activo Fijo

A.1 Costo Directo	4,235'141,521
A.2 Ingeniería y Supervisión	211'757,076
A.3 Gastos Generales (3% costo directo)	127'054,245
A.4 Imprevistos (5% costo directo)	211'757,076
SUB TOTAL ACTIVO FIJO	<u>4'785,709,998</u>

B. Activo Intangible

B.1 Elaboración del estudio hasta el - nivel de Licitación (5% C.D.).	<u>211'757,076</u>
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	4'997'466,994
A la fecha 1 \$ USA = \$ 17,000	\$ USA.293,968

II. EVALUACION DEL COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
ANUAL (24 Horas Diarias) DEL SERVICIO ELECTRICO.

A. Sueldos y Salarios	
- Dos (02) operarios	2,200
B. Repuestos y Servicios	
- Materiales y repuestos de Generación	1,200
- Materiales y repuestos de Transmisión y Distribución.	200
- Lubricantes y grasas	80
- Pinturas y barnices	90
- Herramientas e instrumentos	100
- Implementos de seguridad	80
- Material de oficina	50

- Material	40
- Otros	<u>20</u>
TOTAL OP. Y MANT./AÑO	\$ USA. 4,060

A P E N D I C E A - 2

ANALISIS ECONOMICO DE LA ELECTRIFICACION RURAL DE CARMEN DE LA FRONTERA

1.0 INTRODUCCION

El resumen del costo de construcción de la Minicentral - Hidroeléctrica se muestra en el Apéndice A - 1. En este anexo se realiza el análisis económico con el objeto de justificar económicamente el proyecto.

El método utilizado para dicha justificación toma como beneficio los costos totales de inversión, operación y mantenimiento actualizados del proyecto térmico equivalente, - para comparar con el costo actual del proyecto hidroeléctrico, materia de justificación económica mediante la relación Beneficio/costo.

2.0 INFORMACION DE ENTRADA

2.1 Demanda

La demanda utilizada para la comparación se basa en el estudio del Mercado Eléctrico (capítulo II) donde se establece una tabulación para 12 horas diarias de funcionamiento con factor de carga promedio de 0.396, el consumo de energía anual desde el año 1985 a 2007.

2.2 Solución Hidroeléctrica

La capacidad de la planta es 150 Kw para el año 2007. El costo total de construcción alcanza 4,785'709,918 soles, a la fecha del cálculo del presupuesto equivale a \$ USA 281,512.3. Se supone que la central tendrá una vida de 30 años. Los costos de operación y mantenimiento - según el Apéndice A - 1 alcanza 4,060 \$ USA/año.

Además se supone que la construcción se ejecuta en un año (1984).

2.3 Solución Térmica Equivalente

Según Electroperú se toma 595 a 639 \$ USA/Kw a nivel del mar el costo de construcción, el cual se corrige para una altitud de 2600 m.s.n.m. Se supone que el grupo tendrá una vida de 15 años y representa el 85 % del costo de la central. La siguiente etapa solamente se suministra el grupo solo. Los costos de operación y mantenimiento se evalúan en base a los datos estadísticos de centrales térmicas similares en operación. Se supone que la construcción dura un año y la puesta en marcha es al mismo tiempo de la central hidroeléctrica.

El costo de generación de energía se evalúa en base al precio del barril de petróleo puesto en la central que alcanza 29 \$ USA para el año 1984.

3.0 EVALUACION DE LOS COSTOS DE INVERSION, OPERACION Y MANTENIMIENTO

3.1 Solución Hidroeléctrica

En el Apéndice A - 1, se calculó los costos que se resume :

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| a) Costo total de construcción 1984 | 281,512.31 \$ USA. |
| b) Costo de operación y monto anual | 4,060.0 \$ USA. |

El flujo de caja se muestra en la Tabla A.1

3.2 Solución Térmica Equivalente

a) Costo de Construcción

Asumiendo el costo 600 \$ USA/Kw y utilizando gráficos de corrección promedio 2.5 % por cada 300 mts. de altitud resulta 759 \$ USA/Kw por lo que el costo del suministro del grupo será $759 \times 150 = 113,850$ \$ USA, luego el costo de la central será esta cantidad dividido por 0.85, estos 133,941 \$ USA.

Del resumen del capítulo VII:

Generación	: 133,941
Transmisión	: 15,563
Redes	: <u>17,437</u>
TOTAL \$ USA	: 166,941

b) Costos Variables

Según Electroperú los costos de operación y mantenimiento a 1982 son los que se muestran a continuación, y se supone que se mantienen constantes :

Tipo de Costo	\$ USA/Kw-h
b1. Mantenimiento y repuestos	2.5×10^{-3}
b2. Lubricantes	3.5×10^{-3}
b3. Administrativos y otros	7.5×10^{-3}
b4. Línea y redes	1.5×10^{-3}
SUB TOTAL	15×10^{-3}

b5. El costo del combustible es función de la energía suministrada.

Para máquinas menores de 500 Kw el consumo específico de combustible es 2,665 Kcal/Kw-h.

Por otro lado el poder calorífico de un barril de petróleo es 1'367,140 Kcal/barril. Se ha estimado así mismo que el costo del barril de petróleo es 29 \$ USA puesto en el distrito de Carmen de la Frontera. Luego el costo para una altitud de operación de 2,600 m.s.n.m será :

$$\frac{2,665 \times 29 \times 1.27}{1'367.140} = 0.071 \text{ \$ USA/Kw-h}$$

Luego el costo variable total es 0.087 \$ USA/Kw-h.

El costo de combustible anual se obtiene multiplicando el costo hallado por el consumo de energía anual que se obtuvo en la tabla 3.20, del capítulo III.

El flujo de caja se muestra en la tabla A.1.

4.0 RELACION BENEFICIO/COSTO

Para encontrar la relación beneficio/costo determinamos el valor actual para ambos proyectos al año base 1984. Para la

determinación del valor actual utilizamos los factores de serie uniforme y de pago simple. Electroperú sugiere utilizar tasa - del 8 a 12 % para proyectos de contenido social.

Tabla A.2 Relación Beneficio / Costo

TASA DESCUENTO %	HIDRO \$ USA	TERMICO \$ USA	RELACION B/C
8	327,219.7	347,675.8	1.0625
10	319,785.9	309,066.3	0.9664
12	314,215.6	281,119.0	0.8946

Para zonas deprimidas se recomienda usar una tasa de descuento menor 8 %, en ese sentido la relación beneficio/costo alcanza 1.0625 en favor de la hidroeléctrica. Se podrá notar que a esta tasa los dos proyectos no presentan mucha diferencia en el valor actual. La figura A.1, muestra la comparación de las dos alternativas.

Si el sistema operara las 24 horas diarias no hay duda que - la hidro es más factible económicamente.