

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

**PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA
MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO**

INFORME 9

1993

333.914
5879 db5
Informe N°
1993

AJUSTE DE DISEÑOS

PEQUEÑA CENTRAL HIDROELECTRICA - PCH

MUNICIPIO DE BAHIA SOLANO - CHOCO

333.914
5920d
Ej-1

215-225
215

DISEÑO LINEA DE TRANSMISION ELECTRICA

INFORME No. 9

STRYCON LTDA
Ingenieros Consultores
Santa Fe de Bogotá, D.C., Febrero 1993

PROYECTO PCH BAHIA SOLANO

INFORME FINAL

PARTE ELECTRICA

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACION

INTRODUCCION

DESCRIPCION DEL SISTEMA

PARTE 1

MEMORIAS DE DISEÑO

CAPITULO 1

ELABORACION Y PRESENTACION

- 1.1. Investigación e informes
- 1.2. Requisitos
- 1.3. Aprobación

CAPITULO II

PROCEDIMIENTOS

- 2.1. Generalidades
- 2.2. Localización y actualización de planos
- 2.3. Levantamientos
- 2.4. Inventarios y mediciones
- 2.5. Ubicación

CAPITULO III

EQUIPOS DE GENERACION

- 3.1. Conceptos previos
- 3.2. Diseño de casa de máquinas
- 3.3. Equipos y accesorios
- 3.4. Producción de energía
- 3.5. Memorias de diseño
- 3.6. Recomendaciones

CAPITULO IV

SUMINISTRO DE ENERGIA - SUBTRANSMISION

- 4.1. Generalidades
- 4.2. Parámetros de diseño
- 4.3. Diseño eléctrico
- 4.4. Diseño mecánico
- 4.5. Plantillado
- 4.6. Subestaciones
- 4.7. Equipos
- 4.8. Memorias de diseño

CAPITULO V

INSTALACIONES ELECTRICAS

- 5.1. Metodología
- 5.2. Procedimiento de diseño
- 5.3. Acometidas
- 5.4. Celdas de baja tensión
- 5.5. Plantas de suplencia o emergencia
- 5.6. Circuitos de alumbrado
- 5.7. Circuitos de fuerza
- 5.8. Memorias de diseño

PARTE 2

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

- CAPITULO I : Generador
- CAPITULO II : Cables de potencia y BT
- CAPITULO III : Subestación capsulada
 - 3.1. : Celdas y tableros
 - 3.2. : Draw OUT circuit breaker
 - 3.3. : Transformadores
 - 3.4. : Seccionador con fusibles
- CAPITULO IV : Planta Diesel
- CAPITULO V : Transferencia semi-automática
- CAPITULO VI : Salida de alumbrado y tomas
- CAPITULO VII : Estructuras de líneas
- CAPITULO VIII : Cables de redes y circuitos
- CAPITULO IX : Tableros de circuitos

PARTE 3

ANEXOS

CAPITULO I	:	Planos de diseño
1.1.	:	Casa de máquinas
1.2.	:	Líneas eléctricas
1.3.	:	Subestaciones
1.4.	:	Instalaciones interiores
1.5.	:	Instalaciones exteriores
CAPITULO II	:	Estudio Técnico Económico y Financiero - MME
CAPITULO III	:	Unidad Coordinadora del proyecto (Gerencia de obra)
CAPITULO IV	:	Evaluación del Proyecto de inversión

PRESENTACION

En las obras de generación eléctrica las inversiones adecuadas para los diferentes componentes del proyecto determinan producción óptima, calidad y continuidad de servicio a los usuarios.

Este ajuste de diseño y nueva concepción del sistema, indica los principales aspectos relativos a los trabajos para la PCH de Bahía Solano.

La ejecución del proyecto, en general, está en todo de acuerdo con las disposiciones de la Electrificadora del Chocó S.A. y las recomendaciones de los fabricantes de equipos y materiales, así como la experiencia y buen juicio de los ingenieros involucrados.

Las modificaciones que se consideren necesarias y en casos especiales, deben consultarse previamente con la Electrificadora del Chocó S.A. y el Ministerio de Minas y Energía para justificar su conveniencia.

STRYCON Ltda. agradece la colaboración de todas las personas y entidades que han contribuido a la realización del proyecto.

INTRODUCCION

El presente estudio contiene las recomendaciones generales necesarias y apropiadas en el Proyecto Eléctrico para el PCH de Bahía Solano, utilizando equipos turbo generadores y plantas Diesel de suplencia (emergencia), con los grupos electrógenos que están actualmente en funcionamiento.

El sistema escogido hace posible la óptima operación y máxima confiabilidad para un servicio continuo las 24 horas del día.

Lo acá establecido se destina a todos aquellos que tienen la responsabilidad de participar en la ejecución del proyecto.

Los temas tratados comprenden las partes mínimas que deben considerarse, y siendo el resultado de análisis sobre normas oficiales, su aplicación debe considerarse obligatoria.

Esta parte eléctrica del proyecto se ha estructurado de tal forma que su aplicación sea lo más práctica posible.

Consta de tres partes fundamentales: Memorias de diseño, especificaciones de construcción y anexos (incluye planos).

DESCRIPCION DEL SISTEMA

El municipio de Bahía Solano se abastece de energía eléctrica mediante la utilización de Plantas Diesel; la principal de ellas con capacidad para 375 KVA y atiende únicamente la cabecera municipal, con un servicio discontinuo y únicamente entre 4 y 6 horas al día, principalmente en la noche de las 18:00 horas en adelante.

El corregimiento del Valle carece de este servicio público, aunque dispone de una planta Diesel de 120 KW sin instalar.

El combustible para la generación eléctrica es elevado con un alto costo, desde la ciudad de Buenaventura - Valle, por vía marítima, y no se cuenta con tanques de almacenamiento considerables.

Teniendo en cuenta que la cobertura del servicio en la cabecera municipal es bastante alta (mayor del 90%), y la capacidad utilizada de la Planta Diesel es del orden de la media carga, se prevee como solución inmediata para el corregimiento del Valle su interconexión mediante la misma línea de subtransmisión a 13.8 KV que viene de la central hidroeléctrica.

Así mismo, la implantación de un programa de uso racional de energía permanente e inmediato, que por lo mismo considere el cambio de bombillos incandescentes por otros con mayor eficiencia (por ejemplo: fluorescentes) contribuirá en gran medida a solucionar en mayor grado la situación deficiente del suministro de electricidad

CAPITULO I

ELABORACION Y PRESENTACION

1.1 Investigación e informes

El proyecto concebido tiene una estructura adecuada a la solución técnica y económica considerada previamente por el Ministerio de Minas y Energía.

Las investigaciones se dirigieron hacia la recopilación de información y datos necesarios para la determinación de los principales parámetros globales de diseño:

Estimación de la demanda de energía, ubicación preliminar de los equipos de generación, subestaciones, plantas y líneas.

Además se obtuvo la evaluación económica y social del proyecto, comparándolo con un sistema diesel permanente, y una línea de transmisión a 115 KV hasta Quibdó.

Lo anterior se trabajó a partir de la metodología empleada por el Ministerio de Minas y Energía conjuntamente con el Banco de Proyectos del Departamento Nacional de Planeación, para el municipio de la Macarena - Meta.

Al concluir las investigaciones y con base en los parámetros de diseño, se precedió a efectuar los diseños eléctricos para la conformación definitiva del Proyecto.

1.2 Requisitos

Las condiciones generales y las prescripciones de esta memoria, especificaciones y planos anexos, formarán parte de los documentos contractuales para la ejecución de las obras y montajes correspondientes, con los siguientes requisitos:

- 1.2.1. Deberán efectuarse por personal con experiencia en esta clase de trabajos, bajo la dirección de Ingenieros Electricistas para la parte eléctrica, Ingenieros Mecánicos para la parte mecánica e Ingenieros Civiles, Hidráulicos o sanitarios para la parte hidráulica y estructural, matriculados en el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura de Colombia
- 1.2.2. Al iniciar los trabajos, los contratistas de las obras y montajes acudirán a la Unidad Coordinadora del Proyecto y a la Interventoria, para que a través de estos se obtenga la colaboración y licencias que se requieran entre los organismos, entidades, autoridades y personas pertinentes.
- 1.2.3. Los contratistas de las obras y montajes suministrarán

todos los medios y elementos que fueren necesarios para el buen desarrollo de los trabajos a ellos encomendados.

- 1.2.4. La Electrificadora del Chocó S.A. podrá suministrar servicios, medios, elementos, de acuerdo a lo convenido en los contratos respectivos.
- 1.2.5. La influencia del proyecto estará sujeta a lo siguiente:
- A. Los trabajos deben ser completos, según las necesidades
 - B. Los trabajos deben realizarse de acuerdo a los contratos y en caso de extenderse más allá de lo definido, se debe suministrar lo necesario para incorporarlo convenientemente al proyecto.
 - C. Los programas de trabajo serán presentados a la Interventoría y Unidad Coordinadora del Proyecto, para su aprobación, en forma de línea de balance y ruta crítica, elaborado para las diferentes actividades.
 - D. La Electrificadora del Chocó S.A. ejercerá por medio de la Interventoría y la Unidad Ejecutora del Proyecto, el control, supervisión y aprobación de los trabajos.
 - E. Los contratistas entregarán a la Electrificadora del Chocó S.A., los planos constructivos resultado de la ejecución total o parcial del proyecto.

1.3. Aprobación

Al término de las diferentes etapas y fases de la construcción, los contratistas someterán a la aprobación de la Interventoría toda la obra ejecutada, para lo cual confirmará con anticipación la fecha de entrega, para su revisión.

En caso de necesitarse correcciones, modificaciones o aclaraciones al proyecto, el contratista dará prelación a estas labores y someterá los trabajos nuevamente a aprobación.

Se considerarán terminados los trabajos correspondientes, cuando el contratista haya hecho las correcciones y suministrado las aclaraciones que se la pidan y por tanto la Interventoría y la Coordinación del Proyecto puedan recomendar que la Electrificadora del Chocó S.A. declare recibidos a satisfacción los trabajos objeto del contrato.

Una vez terminados los trabajos, el contratista deberá entregar a la Electrificadora del Chocó S.A. un informe final de actividades

junto con los manuales de operación y mantenimiento correspondientes y así poder proceder a liquidar el contrato respectivo.

CAPITULO II

PROCEDIMIENTOS

2.1 Generalidades

Este capítulo contiene algunos procedimientos generales a utilizar y requerimientos durante la ejecución de los trabajos.

Estos se rigen por lo dispuesto en las normas existentes.

2.2. Localización y actualización de los planos

Los planos de localización general y planos detallados, en caso de ser necesario, se perfeccionarán comunicando este hecho a la Interventoría y Coordinación del Proyecto, y se tomarán las medidas pertinentes.

Las mediciones se harán referenciadas u orientadas a los alineamientos existentes y con relación a las vías y edificaciones.

Si durante los trabajos de construcción aparecen diseños nuevos, en desarrollo o proyecto, modificaciones, remodelaciones etc, se tendrán en cuenta para que el proyecto integral resulte adecuado y se eviten problemas posteriores.

Para los trabajos de las líneas eléctricas es fundamental la disponibilidad de planos topográficos absolutamente confiables.

Estos corresponderán y estarán referenciados a los planos anexos al presente ajuste de diseños. Lo anterior debido a que el contrato de este ajuste no contempló topografía de detalle.

Debe darse especial atención a que el personal que debe estar a cargo de planos y demás trabajos, este instruido lo más completamente posible con las técnicas que se han utilizado en este Proyecto, con el fin de evitar la ocurrencia de errores.

La importancia que tiene utilizar personal experto y especializado, está en la capacidad que este tiene para identificar el tipo y las características de los elementos a utilizar.

CAPITULO III

EQUIPOS DE GENERACION

3.1 Conceptos Previos

Las turbinas a utilizar en la casa de máquinas de la PCH de Bahía Solano serán tipo PELTON de dos inyectores, de eje horizontal, carcasa partida.

Los generadores accionados por las turbinas serán trifásicos, de corriente alterna a 60 Hz, sincrónicos y voltaje 6.6 KV.

Estos equipos serán adquiridos de acuerdo con las especificaciones establecidas en la Parte 2.

3.2. Diseño de casa de máquinas

De acuerdo con las difíciles condiciones ambientales y de localización para la casa de máquinas, se ha preferido el diseño eléctrico de los equipos de generación conjuntamente con una subestación capsulada.

3.3 Equipos y accesorios

Los equipos electromecánicos son referidos a grupos de turbina-generador de 600 KW y los accesorios necesarios para hacer su montajes, tales como: válvulas, regulador, niples, codos, reducciones.

Su despiece y especificaciones se encuentran en los planos y memorias hidráulicas.

3.4 Memorias de diseño

Las características del esquema adoptado por el Ministerio de Minas y Energía, están enmarcados por un tipo de proyecto "no convencional" donde se ha optado por un sistema que garantice una óptima confiabilidad en la operación y mantenimiento a costos razonables y ejecución inmediata.

Las condiciones técnicas básicas para los equipos de generación son:

Fuente	Quebrada de Mutatá
Caída Bruta	396.5 m.
Caída Neta	351.0 m.
Caudal de Diseño	0.43 m ³ /s por tubería
Conducción	1759 m. así: Diámetro interior: 0.40 - 675 m. Diámetro interior: 0.45 - 1084 m.
Potencia solicitada	600 kw.

Voltaje generación : 6.6 KV - 60 Hz
Tipo de turbina : Pelton
Tipo de generador : Sincrónico
Calidad de agua : Abrasiva

3.5 Producción de energía

La producción de energía requerida de los equipos de generación está de acuerdo con la curva de demanda estimada, la cual muestra que un sólo equipo sirve para satisfacer la demanda a mediano plazo.

Así mismo, la optimización del servicio mediante la Planta Diesel de 375 KVA ubicada en la cabecera municipal y la construcción de la línea a 13.8 KV Bahía Solano - El Valle permitirá dotar de servicio eléctrico a esta última localidad en el corto plazo.

3.6 Recomendaciones

Las recomendaciones básicas se refieren a:

- 3.6.1. La utilización de equipos de generación de capacidad 600 KW para la PCH.
- 3.6.2. La construcción de la línea a 13.8 KV entre la cabecera municipal y El Valle, con el fin de integrarlos al servicio eléctrico.

Paralelamente se debe trabajar en el mantenimiento correctivo y montaje de la planta de 120 KW existente en El Valle, para suplencia o emergencia de este subsistema.

CAPITULO IV

SUMINISTRO DE ENERGIA - SUBTRANSMISION

4.1. Generalidades

La forma confiable de obtener el abastecimiento de energía está en la conexión a los equipos de generación de la PCH sobre la quebrada Mutatá, a partir de la subestación capsulada localizada en la casa de máquinas y mediante una línea de subtransmisión a 34.5 KV, que llega hasta la subestación de distribución de El Valle .

De acuerdo con el criterio de la Electrificadora del Chocó S.A., se estableció que la cantidad de servicio solicitado por el corregimiento de El Valle, está dentro de la capacidad de la Planta de 375 KVA localizada en la cabecera

municipal, y teniendo El Valle una planta de 120 KW sin montar se tiene las siguientes posibilidades:

- 4.1.1. Alimentación desde la PCH en Mutatá
Sirve para las cargas consideradas en el proyecto, tanto de El Valle como de Bahía Solano.
- 4.1.2. Alimentación desde la Planta Diesel en Bahía Solano
Sirve para las cargas consideradas en el proyecto a corto plazo, tanto de El Valle como de Bahía Solano
- 4.1.3. Alimentación independiente desde la Planta Diesel (375 KVA) en Bahía Solano para la cabecera municipal, y desde la Planta Diesel (120 KW) en El Valle para este corregimiento
- 4.1.4. Alimentación desde la PCH en Mutatá y suplencia o emergencia con las dos Plantas de 375 KVA y 120 KW en Bahía Solano y El Valle respectivamente.

En el diagrama unifilar simplificado que se muestra a continuación, se tiene el sistema eléctrico deseable.

4.2 Parámetros de diseño

4.2.1. Oferta máxima de potencia

La capacidad a instalar para la fase 1 en la PCH de Mutatá, es de 750 KVA, FP=0.8. Adicionalmente se cuenta en la actualidad con la Planta Diesel de Bahía Solano con capacidad nominal de 375 KVA, FP=0.8. A corto plazo se prevee también el montaje de la Planta Diesel de El Valle con capacidad nominal de 120 KW, FP=0.8.

4.2.2 Regulación de voltaje

La caída de voltaje considerada desde el punto de generación de la PCH hasta la subestación de El Valle, se establece menor e igual al 3% (Para cálculo de conductores). Similarmente se hace para el circuito a 13.8 KV El Valle - Bahía Solano

4.2.3. Períodos de predicción

Los períodos de predicción están de acuerdo con las fases consideradas en la demanda de energía y vida útil de equipos e instalaciones:

Fase 1	:	Años	0	a	2
Fase 2	:	Años	2	a	7
Fase 3	:	Años	7	a	15
Fase 4	:	Años	15	en adelante	

4.2.4 Crecimiento de la demanda

Las cargas eléctricas se consideran crecientes de acuerdo con la curva de demanda estimada.

4.2.5 Factores característicos

Estos factores definen las características de las cargas y las de funcionamiento de las plantas, para el proyecto se consideran las siguientes:

A. Capacidad instalada:

PCH Mutatá	:	fase 1	600	KW
		fase 2	1200	KW
		fase 3	1800	KW
		fase 4	2400	KW

B. Factor de Potencia

La incidencia más importante de este factor está en la capacidad y economía del servicio eléctrico. El factor

de potencia de las plantas es de 0.8 atrazado y en caso de requerirse se deberá corregir hasta por lo mínimo 0.9, mediante la instalación de condensadores.

C. Factor de carga

La relación entre la carga promedio y la carga pico se ha asumido de acuerdo a experiencias anteriores en 0.5, previendo un horario de servicio durante 24 horas continuas, salvo paradas por mantenimiento.

D. Factor de simultaneidad

El indicativo de la coincidencia en el uso de las cargas instaladas por los usuarios se asume de acuerdo a estadísticas anteriores en 0.33

E. Factor de utilización

La utilización máxima de las instalaciones, referidas a la PCH, durante la primera fase del proyecto se calcula cercana a 0.8, si se conectan masivamente los usuarios en el corregimiento de El Valle.

F. Factor de Planta

La utilización promedio esperada de la instalación, referida a la fase 1 de la PCH, se estima cercana a 0.5 (conforme a las anteriores hipótesis), si se conectan masivamente los usuarios en el corregimiento de El Valle

G. Corrientes de cortocircuito

Los valores de las corrientes de cortocircuito son importantes por los esfuerzos dinámicos y térmicos que ellas originan en los elementos, equipos y máquinas de las instalaciones.

Por el tamaño de los equipos de transformación existentes, se calcula una corriente de cortocircuito por fase del proyecto, equivalente a 375 MVA referidas a los voltajes de barras que correspondan.

Ejemplo: 1) Icc en lado B.T celda MT1 de la PCH
 $I_{cc} = 37.5 \text{ MVA} / 1.732 \times 6.6 \text{ KV} = 3.3 \text{ KA} = 5 \text{ KA}$
a 6600 V

2) Icc en lado BT celda MT2 de la PCH
 $I_{cc} = 30 \text{ KVA} \times 50 / 1.732 \times 0.208 \text{ KV} =$
4163.6 A = 5 KA a 208 V

En este caso particular se recomienda utilizar todas

las protecciones con una capacidad de ruptura mínima de 10 KA a 208 V por la cercanía al barraje de 6.6 KV

4.3 Diseño Eléctrico

El diseño eléctrico contiene toda la información característica y los cálculos necesarios para determinar el comportamiento de las instalaciones en el sistema

4.3.1. Voltajes

Los voltajes de servicios seleccionados para el suministro de energía son como siguen:

A. Generación PCH

$$V = 6.6 \text{ KV}$$

B. Línea de subtransmisión Mutatá - El Valle

$$V = 34.5 \text{ KV}$$

C. Línea de subtransmisión El Valle - Bahía Solano

$$V = 34.5 \text{ KV}$$

D. Redes de distribución

$$\begin{aligned} \text{El Valle:} & \quad V = 13.8 \text{ KV} \\ \text{Bahía Solano} & \quad V = 2.4 \text{ KV} \end{aligned}$$

E. Generación Planta Diesel

$$\begin{aligned} \text{El Valle:} & \quad V = 208 \text{ V} \\ \text{Bahía Solano:} & \quad V = 440 \text{ V} \end{aligned}$$

F. Servicios auxiliares

$$V = 208 \text{ V}$$

4.3.2. Potencia eléctrica

La potencia nominal máxima, por fase de proyecto es:

A. Generación PCH

$$I = 750 \text{ KVA} / 1.732 \times 6.6 \text{ KV} = 65.6 \text{ A}$$

B. Línea de subtransmisión a 34.5 KV

$$I = 12.6 \text{ A}$$

C y D. Línea de subtransmisión a 13.8 KV

I máxima = 31.4 A

E. Generación Planta Diesel

375 KVA I = 1041 A

120 KW I = 416.4 A

F. Servicios auxiliares

30 KVA I = 83.3 A

4.3.3 Distancia de los alimentadores

La longitud de los circuitos de subtransmisión a 34.5 KV y 13.8 KV desde sus puntos de derivación son:

Línea 34.5 KV L = 20 Km

Línea 13.8 KV L = 18 Km

4.3.4 Selección del conductor

La selección del conductor, teniendo en cuenta los valores de regulación deseados, y la determinación de su diámetro mínimo a utilizar eléctricamente, se hace de la comparación entre una gama preseleccionada, con los siguientes criterios:

1. No debe sobrepasar el límite térmico
2. La regulación hasta el punto más alejado no debe exceder del 7%
3. Debe ser el conductor económico
4. El porcentaje de pérdidas de potencia debe ser menor que el 7%

4.3.5 Cálculo de regulación de voltaje

$$E\% = M * K$$

$$E\% = 7\% < \text{KVA} * \text{km} (r \cos\text{FP} + x \text{senFP}) / 10(\text{KV}) E^2$$

Para 34.5 KV y L = 20 Km, $E\% < 3\%$

r = resistencia unitaria conductor (52/km) a 50°C

r = Reactancia inductiva

Se prevee el período de predicción de 15 años o sea 2250 KVA

$$M = 2250 * 20 = 45000 \text{ KVA} - \text{Km}$$

Para este valor se encuentra

$E\% = 3.25$ para conductor 1/0 CASR a 0.9, 0.9 y 1.8 m

Ahora para 13.8 KV y $L = 18$ Km con una carga máxima de 2250 KVA

$M = 2250 \times 18 = 40500$ KVA - Km

Para este valor se encuentra

$E\% = 5$ para conductores de calibre mayor a 4/0, entonces se selecciona un voltaje de 34.5 KV

$E\% = 4.1$ para conductor 2 ACSR a 0.9, 0.9 y 1.8 m

$E\% = 7.35$ entonces se selecciona un conductor 1/0 ACSR y se tiene

$E\% = 3.25 + 2.75 = 6$

4.3.6 Selección de ruta

Habiéndose establecido el nivel de voltaje a utilizar, la selección de ruta es el resultado de un análisis para determinar la que tiene el menor costo y problemas, obteniendo una solución técnica y económica. Teniendo en cuenta el conocimiento de la zona y con base en los planos geográficos y de levantamiento, se hace el perfil con las culturas indicadas y teniendo en cuenta obstáculos, accesibilidad y la menor distancia.

La ruta escogida para la línea desde la casa de máquinas de Mutatá, es circuito sencillo a 34.5 KV que pasa por El Valle y continua hasta la cabecera municipal.

4.3.7 Nivel de Aislamiento

El aislamiento en los soportes es tal que no ocurran flaneos debidos a sobretensiones de frecuencia nominal y por tanto los aisladores son seleccionados para 35 KV

4.4 Diseño Mecánico

El diseño mecánico de la línea comprende el cálculo y la selección mecánica del conductor y de las estructuras

4.4.1 Cálculo mecánico del conductor

Tiene por objeto comprobar si el conductor seleccionado sirve o no debido al cambio de condiciones de temperatura y viento

A. Condiciones

$V = 100$ Km/h
 $T_{\min} = 15^{\circ}\text{C}$
 $T_{\max} = 35^{\circ}\text{C}$

T prom= 27°C

Altura sobre el nivel del mar máx 100 m

B. Vano crítico

Conductor ACSR No. 1/0 AWG

Tr = 1940 Kg

PV = 0,0042 V20/1000 (kg/m)

PV = 0,0042 x 100 2 x 10,11/1000 = 0,425

W = 215,9 Kg/m

PV2 < 3 W2 no hay vano crítico

4.4.2 Estructuras

Las estructuras son seleccionadas a partir de las típicas ICEL, con las siguientes características:

Circuito Simple

Vano aproximado 120m

Crucetas de madera

4.5 Plantillado

4.5.1 Generalidades

La localización de las estructuras se realiza de acuerdo con el perfil topográfico, en el cual se utiliza la plantilla de flechas correspondiente

4.5.2 Distancia de seguridad

Entre conductores 0,9m

Entre conductores y tierra 6,0 m

Hasta 600 V 1.20 m

Comunicaciones 0,60 m

4.5.3 Condiciones para hacer la plantilla

$Ar = (E(ai)^2/Eai)^{1/2}$

Ar = 120 m

La escogencia de este vano regulador de 120 M se hace para facilitar el trabajo en el terreno

Se usa la plantilla 1500 correspondiente a 20°C

4.5.4 Cable de guardia

La protección sobre descargas atmosféricas se hace con los pararrayos y se encuentran en las subestaciones y otros colocados otros 5 Kms

4.5.5 Puesta a Tierra

La puesta a tierra se hace en los pararrayos, y la

... malla detiene de las subestaciones y cada 10 estructuras.

4.6 Subestaciones

Las características principales de las subestaciones son el resultado de su ubicación en los centros de carga, su tipo y limitaciones técnicas y económicas. Para fijar la capacidad de transformación se aparta de la capacidad de generación.

La ubicación se determinó teniendo en cuenta las instalaciones de la Planta Diesel, la facilidad de acceso de las líneas, vías para transporte y disponibilidad de terrenos.

4.7 Equipos

La selección de los equipos para las subestaciones es el resultado de considerar una óptima confiabilidad del proyecto, así como los suministros FOCOEX para las fases 2,3 y 4 en proceso de negociación, teniendo en cuenta el servicio en condiciones normales, de sobrecarga y de falla

4.7.1 Transformadores de potencia

Trifásicos	OA, relaciones
A. Mutatá	6.6/34.5 KV
B. El Valle	34.5/13.8 KV
C. Bahía Solano	34.5/ 2.4 KV

Corriente de falla máxima para 37.5 MVA

4.7.2 Pararrayos

La protección contra sobretensiones por descargas atmosféricas, son:

Para 34.5 Kv	30 KV
Para 13.8 KV	12 KV

4.7.3 Cortacircuitos

En caso de falla aislan los equipos y línea en forma permanente y en condiciones normales sirven para desconectar las instalaciones (sin carga)

4.7.4 Interruptores

Se usan para proporcionar flexibilidad de funcionamiento y protección a los circuitos. El interruptor debe estar en capacidad de desconectar en forma segura y sin dar lugar a sobretensiones no permisibles.

Los interruptores estarán asociados con respaldo de

reconexión automática, recierre automático o recloser. Es usuario comprobar la respuesta del interruptor, puesto que los tiempos de disparo deben estar estrictamente coordinados con las demás protecciones para tener una operación selectiva.

4.7.5 Puestas a tierra

Las puestas a tierra consisten en hacer dimensionamiento de los electrodos de Coopeweld a utilizar y luego realizar mediciones que indiquen el valor real obtenido de la resistencia de tierra. Las puestas a tierra son de tres clases:

A. Protección

Consiste en la conexión a tierra de todas las partes metálicas de la instalación, no pertenecientes a los circuitos de energía.

B. Servicio

Está relacionada con la operación del sistema y del establecimiento del potencial de referencia para el funcionamiento de las protecciones, consiste en que los neutros de las instalaciones se deben conectar a tierra.

C. Derivación

Es la derivación a tierra de descargas atmosféricas, corrientes de fuga y cargas electromagnéticas

4.7.6 Equipos de medida

Los equipos de medida constan básicamente de: Contadores de potencia y energía, activa y reactiva, voltímetros, amperímetros, cosenofímetros, frecuencímetros, relés diferenciales, relés de vigilancia etc.

4.7.7 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares para control, iluminación y buses, se alimentarán por transformadores independientes, colocados en uno de los compartimientos o celdas de MT y BT.

El montaje de servicio es de 208 - 120 V

4.8 Memorias de diseño

Las consideraciones para el diseño fueron:

1. Costos razonables de instalación
2. Construcción compacta
3. Corto plazo de construcción

4. Posibilidad de ensanche y conexión
5. Seguridad
6. Exclusión de instalaciones no justificadas
7. Limitación al mínimo de las posibilidades de falla
8. Posibilidad de realizar los trabajos de mantenimiento y reparación en forma sencilla y segura
9. Bajos costos de operación y mantenimiento

El proceso de diseño fue:

1. Determinación de las capacidades
2. Determinación del tipo de resistencia eléctrica
3. Elección de la configuración eléctrica
4. Relaciones de transformación
5. Derivación de tensión
6. Protecciones

Para la operación, las condiciones normales de servicio garantizan la conexión y/o desconexión de alimentadores y cargas con seguridad y rapidez.

Para las condiciones de falla, el diseño garantiza la desconexión selectiva del circuito afectado.

CAPITULO V

INSTALACIONES ELECTRICAS

5.1 Metodología

En el diseño y montaje de los equipos de baja tensión, necesarios para el funcionamiento de la unidades generadoras eléctricas, se procede a establecer la disponibilidad de espacio y los requerimientos mínimos de servicio eléctrico para la óptima operación de la instalación

Se obtuvo como resultado la utilización de una celda de baja tensión y dos celdas adicionales para los servicios de transferencia de potencia de la planta y demás servicios auxiliares.

5.2 Procedimiento de diseño

El procedimiento de ejecución del estudio sigue los siguientes pasos:

1. Levantamiento de los planos con la ubicación de las máquinas, donde se muestra en planta las edificaciones y la posición física de los equipos.
2. Disponibilidad de energía y el nivel de voltaje requerido
3. Listado de equipos, artefactos y lámparas eléctricas a

utilizar

4. Establecimiento de las necesidades de servicio eléctrico
5. Establecimiento de los diagramas de flujo y " mímico "

5.3 Acometidas

1. Acometida principal

La acometida principal de alta tensión desde el circuito de distribución hasta las subestaciones transformadoras comprende el barraje alimentador en la estructura terminal, los pararrayos, cortacircuitos, interruptores, transformadores, y acometida hasta la celda de baja tensión

2. Acometidas parciales

Son los circuitos de baja tensión que unen la celda de baja tensión con cada uno de los arrancadores, condensadores de potencia y los circuitos que alimentan los motores y salidas de alumbrado y tomas

3. Canalizaciones

Las canalizaciones se utilizarán para llevar las acometidas de los transformadores principales, hasta las celdas de baja tensión y cumplirán los requisitos establecidos en las especificaciones

4. Características

Los conductores que conforman las acometidas cumplen los requisitos de capacidad térmica, regulación y capacidad de cortacircuito.

En las acometidas a los motores se trabaja con el 125% de la corriente nominal de plena carga.

La continuidad a tierra se hace mediante conductores de cobre desnudo.

5.4 Celdas de baja tensión

Las celdas de baja tensión que servirán para colocar los equipos de medida, barrajes de fuerza, protecciones, transformadores de servicios auxiliares y tableros de alumbrado y tomas irán montadas dentro de gabinetes metálicos y totalmente encerradas.

5.5 Circuitos de Fuerza

El diseño de fuerza considera el consumo de cada máquina, la

ubicación de la celda de baja tensión, los condensadores, los arrancadores y las distancias correspondientes.

5.7 Circuitos de Alumbrado

El diseño de alumbrado tiene en cuenta la ubicación de la celda de baja tensión, la necesidad mínima de iluminación exterior e interior para acceso y mantenimiento, las alturas de montaje, tipo y número de lámparas. También se analiza el número de circuitos necesarios, cableado y ruta de los ductos eléctricos.

5.8 Especificaciones

Las condiciones generales de los equipos y elementos de baja tensión cumplirán además de los requisitos que se enumerarán adelante, los establecidos en las especificaciones técnicas detalladas de los suministros requeridos.

- Normalización

Toda la instalación eléctrica debe cumplir con los requisitos establecidos en las normas de la Electrificadora del Chocó SA. y Códigos respectivos, así mismo las recomendaciones del Ministerio de Minas y Energía y las disposiciones de los fabricantes.

- Conductores

Todos los conductores eléctricos de baja tensión serán de cobre electrolítico, temple suave, con aislamiento termoplástico T HW, 75°, 600 V y calibres AWG según plano, hasta el NO. 8 AWG, serán alambres de un solo hilo y desde el calibre No. 6 AWG en adelante serán de varios hilos. Los empalmes superiores al calibre No. 8 AWG utilizarán conectores o bornes terminales. Se deberá tener en cuenta la utilización de conductores con los siguientes colores:

Conductores de fase	A - Rojo
	B - Azul
	C - Amarillo
Conductor neutro	Blanco - negro - gris

Los conductores de igual color deben pertenecer y ser colocados a la misma fase del tablero alimentador. Antes de efectuar las pruebas finales, la instalación de los conductores y equipos deberán ser probados a tierra por medio de un Megger de por lo menos 1.000 voltios y se harán pruebas dieléctricas de todos los motores antes de energizar los circuitos correspondientes.

Cada conductor se identificará en sus extremos y en las cajas de acceso mediante etiquetas

- Tubería Conduit

La tubería utilizada para fuerza, alumbrado y toma corrientes será metálica o PVC excepto donde se indique otra cosa.

Un tramo de tubería entre dos salidas, no contendrá más curvas que el equivalente a 180° y cuando el diámetro de la tubería sea superior a dos pulgadas se utilizarán codos.

La tubería se fijará a las cajas por medio de boquillas.

Todos los ductos de servicio irán a la vista y se revisarán para garantizar su correcta operación.

- Puesta a tierra

La conexión a tierra del neutro de servicio y la puesta a tierra de protección y derivación se hará por medio de varillas cooperwued de 3.00 m x 5/8 " y conectores de presión.

En el sitio de cada celda de baja tensión se instalará una varilla de tierra con alambre de cobre dentro del conductor de tierra.

Se prevee la existencia de capas de tierra arcillosa que garantizan baja resistividad con los electrodos.

La continuidad a tierra de las canalizaciones y tubería conduit se garantizará con el conductor adicional desnudo a lo largo de toda la instalación, estableciéndose sólida conexión eléctrica y mecánica consta las partes de esta.

Los calibres de puesta a tierra se establecen de acuerdo a los nominales del circuito respectivo.

- Interruptores Termomagnéticos.

Todos los interruptores utilizados serán del tipo compacto, Molded case circuit breaker, 600 V con protección térmica y magnética y operación manual y automática.

- Salidas para alumbrado

Las salidas interiores para tubos fluorescentes tienen en cuenta las necesidades de iluminación para cada área y utilización cajas cuadradas de 4" x 4".

Las salidas para alumbrado exterior deberán llevar reflectores y lámparas para montar sobre postes

- Salidas para Tomacorrientes

Utilizarán cajas rectangulares de 2" x 4" para los circuitos de tomas.

- Cajas de Inspección

Las cajas a utilizar para los ductos de la acometida principal y los circuitos de alumbrado exterior, serán elaboradas en Mampostería con las siguientes dimensiones:

Largo : 60 cms libres
Ancho : 60 cms libres
Profundidad : 60 cms libres

La tapa de estas cajas se hará en concreto reforzado para evitar que se rajen y con manijas de varilla incrustada para su movimiento. En el fondo se dejará un orificio para desagüe con tubo de 4" aproximadamente.

- Postes de alumbrado

Los postes a utilizar para el alumbrado exterior serán de 10 metros de altura y 510 Kg. de resistencia a la rotura. Para su instalación enterrarán en su extremo interior en un hueco de 1.50 metros, el cual se llenará después con un anillo de concreto de 0.2 metros, cuidando de niveles perfectamente para evitar posibles inclinaciones producidas por las luminarias o movimiento de tierra.

- Canalizaciones

Las canalizaciones para cables eléctricos deben cumplir las siguientes características:

1. Utilizarán cajas de inspección a una distancia máxima de 30 metros.
2. Tendrán un diámetro adecuado al de los ductos individuales.
3. Cada tramo debe ser en línea recta horizontal y verticalmente.
4. Entre caja y caja el ducto debe tener una pendiente longitudinal uniforme sin cambio, hacia cualquier extremo.
5. Las uniones de los ductos deben ser rígidas y herméticas
6. El material de los ductos debe ser liso y suave en su interior para evitar daños en el aislamiento de los conductores.
7. La zanja que se abre debe tener un ancho mínimo igual a la suma de los diámetros exteriores de los ductos más 40 y 60 centímetros con relación al piso acabado.

8. En los sitios donde vayan uniones se hacen una caja de 30 cms. de longitud por diez de profundidad para trabajar fácilmente por debajo de la unión.

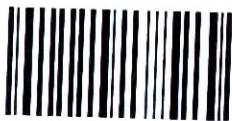
Diseño línea de transmisión eléctrica Ajuste de
diseños, Pequeña Central Hidroeléctrica,
Municipio de Bahía Solano, Chocó, informe
9Strycon Ltda

333.914 S928d Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01002411
BIBLIOTECA