

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



PROPUESTA DE COMPENSACIÓN PARA EL SISTEMA
SECUNDARIO DE TRANSMISIÓN DE CAHUA S.A.

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR :

EDGAR FRANCISCO CONTRERAS JULCAPOMA

PROMOCIÓN
2002 - II

LIMA-PERU
2006

**PROPUESTA DE COMPENSACION PARA EL
SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION
DE CAHUA S.A.**

A los que más quiero,

*Mis padres, inspiración
plena de lucha y sacrificio,*

*Y a mi novia, por su
inagotable amor y
comprensión*

SUMARIO

Mediante el presente informe se elabora una propuesta para el pago de peaje secundario por el uso del sistema secundario de transmisión del Área Operativa CAHUA, el mismo que está sustentado en la aplicación de la Ley de Concesiones Eléctricas del Ministerio de Energía y Minas, su reglamento y las disposiciones regulatorias emitidas por el OSINERG.

Para la sustentación del informe, se han empleado criterios, modelos y metodología que refleje la tarifa correspondiente al reconocimiento de los costos totales de inversión, operación y mantenimiento del sistema citado, en condiciones de eficiencia, en el que exista una correspondencia de equilibrio entre la oferta y la demanda de energía, procurando el menor costo y manteniendo la calidad del servicio.

ÍNDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
MARCO GENERAL DE LA PROPUESTA	3
1.1 Objetivo	3
1.2 Antecedentes legales	3
1.3 Criterios técnicos aplicados	3
1.4 Procedimiento general	4
CAPÍTULO II	
SISTEMA EXISTENTE DE GENERACIÓN-TRANSMISIÓN	6
2.1 Generalidades	6
2.2 Sistema secundario de transmisión - SST de CAHUA S.A	7
2.2.1 Instalaciones de transformación	7
2.2.2 Instalaciones de transmisión	8
2.3 Calificación del sistema de transmisión de CAHUA S.A	9
CAPÍTULO III	
ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL ÁREA OPERATIVA CAHUA	12
3.1 Demanda actual	12
3.2 Proyección de la demanda período 2005-2020	13
CAPÍTULO IV	
DEFINICIÓN DEL SISTEMA ECONÓMICAMENTE ADAPTADO	15
4.1 Criterios de diseño del sistema de transmisión	16
4.2 Alternativas de tensión nominal y topología del área operativa	17
4.3 Análisis operativo de las alternativas de transmisión	18
4.3.1 Análisis de la alternativa 1 – Radial en 60 kV	19
4.3.2 Análisis de la alternativa 2 – Anillo en 138 kV	20
4.3.3 Análisis de la alternativa 3 – Radial en doble terna en 138 kV	21
4.3.4 Análisis de la alternativa 4 – Radial simple terna en 138 kV	22
4.3.5 Análisis de la alternativa 5 – Radial en 138 kV, configuración actual	23
4.3.6 Análisis de la alternativa 6 – Radial simple terna en 220 kV	24
4.4 Selección del sistema de transmisión económicamente adaptado	25
4.4.1 Sistema de transmisión adaptado a remunerar	27

CAPÍTULO V	
DETERMINACIÓN DEL COSTO MEDIO DE INVERSIÓN	29
5.1 Costo medio de subestaciones de transformación	29
5.2 Costo medio de subestaciones de transformación	30
5.3 Costo medio de bahía y líneas de transmisión	31
5.4 Costo medio y anualidad del STEA	33
5.5 Ingreso tarifario del sistema del STEA	34
CAPÍTULO VI	
COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL STEA	35
6.1 Actividades y frecuencia de operación y mantenimiento	35
6.2 Costos anuales de operación y mantenimiento	37
CAPÍTULO VII	
CÁLCULO DEL PEAJE DE TRANSMISION	39
CONCLUSIONES	40
ANEXOS	41
BIBLIOGRAFÍA	101

PRÓLOGO

La nueva estructura del sector eléctrico establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas - LCE promulgada el 6 de Noviembre de 1992- y su Reglamento reconoce costos de eficiencia y consecuentemente establece un sistema de precios que estimula el correcto uso de los recursos del sector, en consecuencia se establece un sistema de precios estructurado sobre la base de la eficiencia económica, bajo un régimen de libertad de precios para suministros que puedan efectuarse en condiciones de competencia, y un sistema de precios regulados en aquellos suministros que por su naturaleza lo requieran. En el caso de las tarifas de transmisión la referida regulación es efectuada por el OSINERG, independientemente de si las tarifas corresponden a ventas de electricidad para el servicio público o para aquellos suministros que se efectúen en condiciones de competencia. Asimismo para la determinación de las tarifas correspondientes al Sistema Secundario de Transmisión-SST la LCE establece como criterio el reconocimiento del Costo Medio de un Sistema Económicamente Adaptado -SEA. El Costo Medio corresponde a los costos de inversión y de operación y mantenimiento, en condiciones de eficiencia y un SEA a aquel sistema eléctrico en el que existe un equilibrio entre la oferta y demanda.

Dentro del marco regulatorio y su procedimiento, la normativa faculta a todos los propietarios de SST a la elaboración de sus propuestas de Peajes para la compensación por el uso de sus redes mediante un Estudio Técnico-Económico, en este marco se presenta una propuesta para el pago de peaje secundario por el uso del sistema secundario de transmisión del Área Operativa CAHUA.

En el Capítulo I se presenta un marco general de la propuesta, en ella se describe el objetivo, antecedentes legales, criterios técnicos y procedimientos generales aplicados en la propuesta.

En el Capítulo II se ofrece una descripción del Sistema Secundario de Transmisión (transformación y transmisión) del área operativa CAHUA, así como los criterios de calificación sujeto a remuneración de peaje.

En el Capítulo III se ha evaluado la demanda del área operativa para un período de 15 años.

En el Capítulo IV se describen los criterios de diseño del sistema de transmisión planteándose seis alternativas de optimización para determinar el sistema de transmisión económicamente adaptado.

En el Capítulo V se han valorizado las instalaciones para determinar el Costo Medio de Inversión –CMI de las instalaciones totales del área operativa y de las instalaciones a remunerar de parte de los usuarios del sistema.

En el Capítulo VI se han evaluado los Costos de Operación y Mantenimiento –CO&M anuales del sistema de transmisión sujeto a remuneración.

En el Capítulo VII, sobre la base de los cálculos anteriores, se han determinado el peaje total y el peaje unitario por el uso del sistema secundario de transmisión.

CAPÍTULO I MARCO GENERAL DE LA PROPUESTA

1.1 Objetivo

El objetivo del presente informe es elaborar una Propuesta de Compensación por el Uso del Sistema Secundario de Transmisión del Área Operativa CAHUA de propiedad de la empresa de generación eléctrica CAHUA S.A., aplicando el marco legal vigente y siguiendo los procedimientos establecidos en la regulación económica del sector eléctrico.

1.2 Antecedentes legales

La Empresa de Generación Eléctrica CAHUA S.A. es una empresa que tiene instalaciones destinadas a la Generación de Energía Eléctrica y también es propietaria de un Sistema Secundario de Transmisión.

Asimismo, dentro de la normativa actual, el marco regulatorio del Sub-Sector Electricidad (Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento) prevé el pago por el uso de las instalaciones del Sistema Secundario de Transmisión a los propietarios, por parte de aquellos agentes que hacen uso de dichos sistemas.

Dicho pago y las procedimientos a seguir para su cálculo se encuentran comprendidos en la Resolución OSINERG N° 001-2003-OS/CD, donde se aprueban los “Procedimientos para la Fijación de Precios Regulados”, estando contenido el pago por el uso de las redes del Sistema Secundario de Transmisión, dentro de este procedimiento.

Dentro de este marco regulatorio y su procedimiento, la normativa faculta a todos los propietarios de Sistemas Secundarios de Transmisión a la presentación de sus propuestas de peajes para la compensación por el uso de sus redes mediante un Estudio Técnico-Económico sustentatorio elaborado por la empresa concesionaria.

Amparados en dichas facultades y siguiendo con los procedimientos aplicados para la fijación de la tarifas de compensaciones por el uso de los SST, se elabora y presenta el Estudio Técnico-Económico conteniendo la Propuesta de Compensación para el SST de CAHUA S.A.

El presente estudio sustentatorio se encuentra enmarcado en los siguientes dispositivos legales vigentes:

Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844.

Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Supremo N° 009-93-EM.

Resolución OSINERG N° 001-2003-OS/CD, aprobación de los “Procedimientos para la Fijación de Precios Regulados”.

1.3 Criterios técnicos aplicados

Siguiendo los lineamientos directrices definidos en la normativa vigente para el cálculo de los peajes por compensación de los SST, los cuales definen criterios generales aplicables a dicho cálculo, se presentan a continuación los criterios aplicados para la determinación del Costo Medio de Inversión y la anualidad del mismo:

- Determinación de la demanda, circunscrita al área operativa CAHUA con un horizonte de proyección de 15 años.
- La proyección de la demanda se ejecuta en función a las Tendencias Históricas de los consumos en base a datos de periodo de 4 años, dado que las cargas son predominantemente de tipo industrial.
- Dentro de la Demanda se consideran las tres grandes cargas a las cuales alimenta el SST de CAHUA, las cuales son: QUIMPAC, AIPSA y EMSEMSA.
- Asimismo, es relevante indicar que dentro de la proyección de la demanda de QUIMPAC, no se incluyen incrementos sustanciales de demanda, de acuerdo a manifestación de la propia empresa.
- Para la determinación de las instalaciones de transmisión a remunerar se considera el criterio de Sistema Económicamente Adaptado –SEA, considerado como aquel sistema eficiente (pérdidas óptimas, mínimo costo de inversión, CO&M óptimo para el sistema eficiente) adaptado a la demanda y operando dentro del sistema interconectado nacional.
- Para la determinación del Sistema Económicamente Adaptado – SEA del SST de CAHUA, que implica la determinación de la topología de red óptima, se realizan cálculos de flujos de potencia y análisis de mínimo costo de inversión.
- Asimismo, dentro de la determinación del SEA del SST de CAHUA, se considera la racionalidad en cuanto a costos de operación y mantenimiento, definiendo las actividades y frecuencia necesarias para mantener en óptimas condiciones de calidad y seguridad la funcionalidad del sistema. Dichos costos de O&M corresponden únicamente a las instalaciones a remunerar de parte de los clientes del sistema.
- Para la anualidad de la inversión, se considera una Tasa de Descuento del 12% anual y un tiempo de vida útil de 30 años para los equipos.

1.4 Procedimiento general

El procedimiento aplicado en el cálculo de la Compensación para el Sistema Secundario de Transmisión de CAHUA es el siguiente:

- Determinación inicial de la metodología de trabajo y de los criterios sobre los cuales reposara la Propuesta.
- Recopilación y estructuración de la información referente a los datos técnicos y comerciales de las instalaciones involucradas o consideradas como SST.
- Proyección de Demanda de QUIMPAC, AIPSA y EMSSENSA sobre la Tendencia Histórica de los últimos 4 años. Dicha proyección se ejecuta sobre un horizonte de 15 años.
- Valorización de las instalaciones de propiedad de CAHUA considerados como SST. En este caso se considera a la línea de transmisión que une las barras de Paramonga Existente y Paramonga Nueva, las cuales se encuentran a un nivel de tensión de 138 kV.
- Determinación de las alternativas topológicas dentro del Área Operativa que corresponde a zona de influencia de los SST de CAHUA. Dichas alternativas están referidas al uso de diferentes tipos de líneas de transmisión, en cuanto a nivel de tensión y topología de red.
- Simulaciones de flujos de potencia para las diferentes configuraciones topológicas.
- Cálculo del nivel de pérdidas para las diferentes alternativas topológicas y niveles de tensión de las instalaciones involucradas.

- Determinación del Sistema Económicamente Adaptado – SEA del SST de CAHUA, bajo el criterio de eficiencia económica.
- Cálculo del Costo Medio de Inversión –CMI para el SEA del SST de CAHUA y la anualidad correspondiente.
- Cálculo del Valor Presente de las anualidades del Costo Medio de Inversión (@CMI).
- Cálculo del Valor Presente de la demanda de Energía.
- Cálculo del Peaje por uso del SST de CAHUA, que representa la propuesta de Peajes de Transmisión Secundaria para los clientes conectados a la barra de MT de la S.E. Paramonga Existente.

CAPÍTULO II SISTEMA EXISTENTE DE GENERACIÓN-TRANSMISIÓN

2.1 Generalidades

CAHUA S.A. es una empresa de generación eléctrica, miembro integrante del Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES-SINAC) con activos de generación que aportan su energía en diferentes barras del Sistema Interconectado.

En particular CAHUA S.A. de acuerdo a los Procedimientos Técnicos del COES-SINAC, se hace cargo de la operación del Área Operativa CAHUA que se encuentra formada por las instalaciones mostradas en la figura N° 2.1.

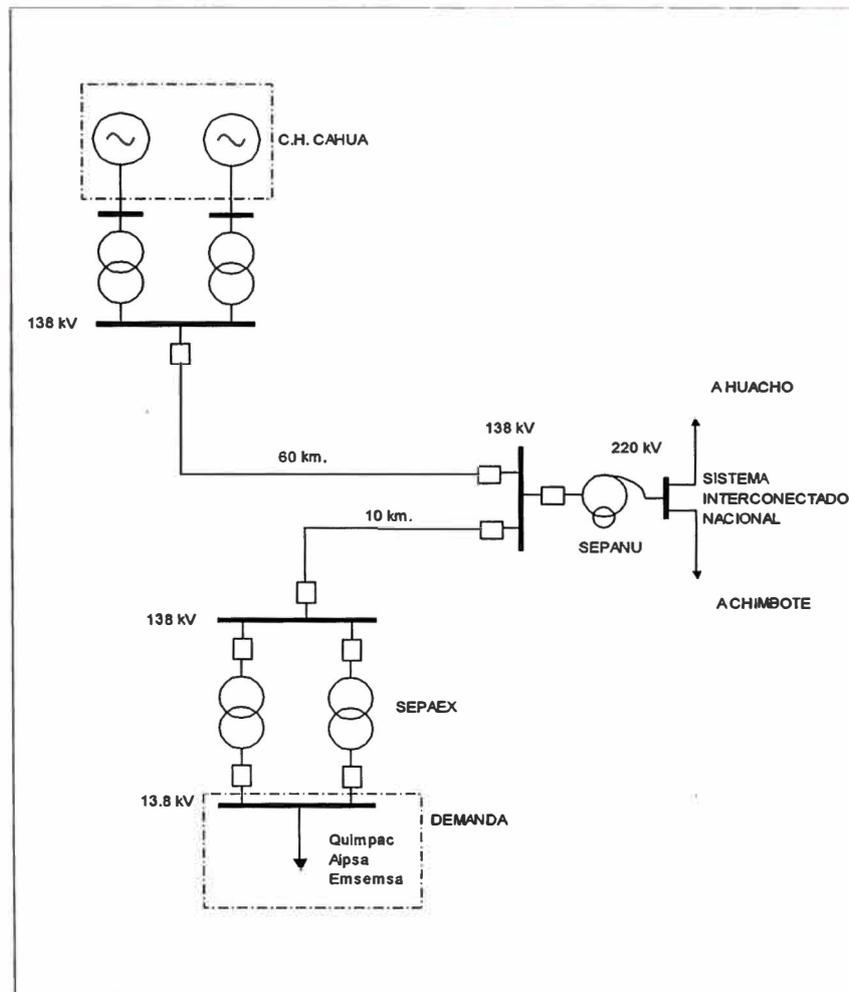


Figura N° 2.1: Área Operativa Cahua – Esquema Simplificado

CAHUA S.A. es titular de las líneas de transmisión indicadas en la figura N° 2.1, en aplicación de su Contrato de Concesión aprobado por el Ministerio de Energía y Minas.

De las instalaciones indicadas, CAHUA S.A. es propietaria de las líneas y subestaciones correspondientes al nivel de tensión de 138 kV, que son las instalaciones que permiten el acceso al Sistema Principal de Transmisión en 220 kV.

En aplicación del marco legal y regulatorio, se ha determinado que en esta área operativa existen instalaciones de propiedad de CAHUA S.A., que además son utilizadas por otros agentes del mercado eléctrico (clientes libres y regulados) para sus actividades económicas. Entre las empresas que hacen uso de estas instalaciones se tienen a: Química del Pacífico S.A. - QUIMPAC, la Empresa Agro Industrial Paramonga S.A. – AIPSA, la Empresa de Servicios Eléctricos Municipales S.A. de Paramonga - EMSEMSA y EDELNOR S.A.A. para atender la carga de la localidad de Supe.

Las instalaciones eléctricas de las empresas arriba indicadas, como se muestra en el diagrama unificar de la FIGURA N° 1, se abastecen de energía desde el nivel de 13.8 kV de la subestación Paramonga Existente SEPAEX.

Asimismo es pertinente indicar que eventualmente en condiciones de contingencia, ante fallas o por mantenimiento programados en el Sistema Interconectado Nacional, para mantener la continuidad del servicio, también se sirven de estas instalaciones las cargas de la empresa EDELNOR para sus cargas de Barranca, Pativilca y Supe.

Considerando que la línea SEPANU – SEPAEX en 138 kV y la subestación SEPAEX son instalaciones que corresponden al sistema de transmisión secundaria, es responsabilidad del propietario presentar al OSINERG su propuesta de Peajes por el uso de este sistema.

2.2 Sistema secundario de transmisión –SST de CAHUA S.A.

En general el –SST del Área Operativa CAHUA esta conformado por las siguientes instalaciones de transformación y transmisión de energía:

2.2.1 Instalaciones de transformación

Las instalaciones de transformación corresponden al siguiente equipamiento:

Cuadro N° 2.1: Instalaciones de Transformación

Sub Estación	Relación de Transformación	Potencia Nominal MVA	Cantidad de Transformadores	Ubicación Geográfica
C.H. CAHUA	13.8/138	56	2	Costa – Alta Polución
SEPAEX	138/13.8	56	2	Costa – Alta Polución
SEPANU	220/138/60		1	Costa – Alta Polución

La subestación elevadora Cahua se encuentra ubicada en la central hidroeléctrica Cahua y tiene por objeto elevar la tensión de generación de 10 a 138 kV y reducir los niveles de pérdidas por la transmisión de energía desde la central al sistema. La

subestación está formada por dos transformadores de 28 MVA, con sus correspondientes equipos de protección y maniobra.

- La subestación SEPAEX 138/14.7 kV se encuentra ubicada en Paramonga y su operación es necesaria para el suministro a las cargas industriales y del mercado regulado conectadas en sus barras en 13.8 kV. Esta subestación está formada por dos transformadores de 28 MVA 138/14.7 kV y módulos de distribución en media tensión hacia las cargas. Por las características operativas de esta instalación se puede afirmar que es de uso exclusivo de las cargas aquí conectadas.
- La subestación Paramonga Nueva – SEPANU es la instalación de enlace y acceso al sistema interconectado nacional de 220 kV para la inyección de la energía de la central Cahua; en esta subestación de propiedad de la empresa Red Energía del Perú (REP) se tienen 2 autotransformadores en 220 kV. Un primer transformador de 220/138/66 kV y 65/50/15 MVA es para uso de Cahua y las cargas conectadas en el Área Operativa Cahua y el segundo transformador de 220/66/10 kV y 30/20/10 MVA es para abastecer las cargas de las ciudades de Huarmey, Puerto de Embarque Antamina y otras cargas del mercado regulado.

2.2.2 Instalaciones de Transmisión

Las instalaciones de transmisión en 138 kV del Área Operativa CAHUA corresponden a líneas de transmisión y sus correspondientes bahías de salida, las cuales enlazan la central y las cargas al sistema nacional, asimismo están conformadas por el siguiente equipamiento:

Cuadro N° 2.2: Instalaciones de Transmisión

Descripción	Tensión Nominal kV	Longitud km	Número de Ternas	Ubicación Geográfica	Tipo de Estructuras	Sección del Conductor mm ²
CAHUA – SEPAEX	138	60	2	Costa – Alta Polución	Metálica	AAAC 120
SEPAEX – SEPANU	138	10	1	Costa – Alta Polución	Metálica	AAAC 120

- Línea de Transmisión en simple terna, codificadas en el sistema como L-1101, en el nivel de tensión de 138 kV, con estructuras metálicas, sección de conductor de 120 mm², tipo de conductor AAAC, de 10 km. de longitud, que une las barras de la S.E. Paramonga Nueva y S.E. Paramonga Existente.
- Línea de Transmisión en doble terna, codificadas en el sistema como L-1102 y L-1033, en el nivel de tensión de 138 kV, con estructuras metálicas, sección de conductor de 120 mm², tipo de conductor AAAC, de 60 km de longitud, que une las barras de la Central Cahua con la S.E. Paramonga Existente.

Seis bahías de 138 kV, ubicadas en cada extremo de las líneas de transmisión descritas anteriormente, equipadas con sus correspondientes sistemas de protección y comunicación.

2.3 Calificación del sistema de transmisión de CAHUA S.A.

Para determinar las instalaciones sujetas al pago de peajes de transmisión secundario se ha realizado una identificación de los usuarios de estas instalaciones, para lo cual se han aplicado los criterios indicados en la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, así como los diversos dispositivos legales emitidos tanto por el ente regulador, cuya función la desempeña OSINERGART (Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria), como por el ente normativo como es el Ministerio de Energía y Minas.

Como base del estudio y en concordancia con los principios y criterios del marco regulatorio vigente, se afirma que las instalaciones descritas del Área Operativa Cahua forman parte del Sistema Secundario de Transmisión en la medida que no cumplen con los requerimientos exigidos para ser calificados como Sistema Principal.

Definida la calificación del sistema como Sistema Secundario de Transmisión, se ha identificado a los agentes del mercado eléctrico con beneficios por el uso del sistema y por consiguiente con responsabilidad de pago de peajes. Para ello se evalúan las diferentes condiciones de operación de las instalaciones.

Estas diferentes condiciones de operación se han formulado en escenarios de operación, donde básicamente la diferencia de los mismos se sujetan a las condiciones operativas de la central hidroeléctrica, toda vez que las cargas se encuentran siempre absorbiendo energía del sistema, indistintamente de la estacionalidad hidráulica para la central. Por ello, los casos planteados son los siguientes:

C.H. Cahua en Operación en Estacionalidad Hidráulica de Avenida

Este modo de operación del Área Operativa corresponde al período de Diciembre-Mayo, donde los caudales de avenida permiten a la central desarrollar su máxima generación.

No obstante lo indicado líneas arriba, un aspecto relevante en esta condición de operación en el período de avenida corresponde a las frecuentes contingencias de salida de servicio de las dos unidades de la central Cahua por alto contenido de sólidos de suspensión en el agua que turbinan la central.

C.H. Cahua en Operación en Estacionalidad Hidráulica de Estiaje

Este modo de operación del Área Operativa corresponde al período de Junio-Noviembre, en el cual los caudales reducidos, aportantes a la central, no permiten desarrollar toda la potencia máxima generable. En esta condición generalmente la central opera con una potencia del orden de 20 MW, que corresponde al 50% de su potencia efectiva.

C.H. Cahua Fuera de Servicio por Contingencias

Esta condición corresponde a las diversas contingencias que se presentan en el Área Operativa Cahua, particularmente para la realización de los Mantenimientos Programados de la central, los mismos que se realizan en coordinación con el operador del sistema nacional COES-SINAC.

Otros factores que llevan a esta situación corresponden a fallas en las líneas de transmisión, provocados durante los períodos de cosecha agrícola en la zona de la ruta de la línea de transmisión y, como se indicó anteriormente, a las oportunidades en que la central sale fuera de servicio por la imposibilidad de generar debido a la presencia de alta concentración de sólidos en suspensión en las aguas del río Pativilca.

Para los casos descritos las simulaciones de flujos de carga para condiciones promedio permiten inferir las siguientes conclusiones:

Las líneas de transmisión Cahua – SEPAEX L-1102 y L-1033 sirven exclusivamente para la evacuación de la energía generada por la C.H. Cahua para su inyección al sistema nacional.

La línea de transmisión L-1101 SEPANU – SEPAEX, son usadas tanto para la generación como para la demanda de las cargas del Área Operativa Cahua, es así como en períodos de estiaje sirven para los flujos de SEPANU a SEPAEX y en los períodos de avenida sirven para evacuar parcialmente la generación de la C.H. Cahua desde SEPAEX a SEPANU.

La subestación Cahua 10/138 kV sirve exclusivamente a la C.H. Cahua para elevar la tensión y optimizar el transporte de la energía generada por la central.

Las subestaciones SEPAEX 138/14.7 kV y SEPANU 220/138/66 kV, al igual que la línea L-1101 que las enlaza, sirven tanto para la generación como para la demanda de las cargas del Área Operativa Cahua, es así como en períodos de estiaje sirven para los flujos de SEPANU a SEPAEX y en los períodos de avenida sirven para evacuar parcialmente la generación de la C.H. Cahua desde SEPAEX a SEPANU.

Por los resultados obtenidos en cuanto a la operación del Área Operativa Cahua, las instalaciones de transmisión pertenecientes a Cahua S.A., que califican como instalaciones de generación/demanda, son: la línea L-1101 y las subestaciones SEPANU y SEPAEX.

Asimismo es importante indicar que estas condiciones de operación se presentan para el sistema actualmente operativo, el mismo que no necesariamente corresponde al Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado –STEА. Precisamente es materia del presente informe determinar el STEА, con los criterios de eficiencia y economía, con lo cual se define el uso respectivo de parte de los agentes y la responsabilidad de pago de compensación mediante peaje por dicho uso.

Definidas las instalaciones que se consideran como parte de la propuesta de peajes de transmisión secundaria se procede en los siguientes capítulos con la evaluación de la demanda, la determinación del STEA, el costo medio de inversión, costos de operación y mantenimiento y las consideraciones generales para la obtención del peaje unitario.

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEL ÁREA OPERATIVA CAHUA

En el presente capítulo se describen los criterios aplicados para la evaluación de la demanda de energía, dado que es uno de los componentes necesarios para el posterior cálculo del peaje unitario, por el servicio de transmisión secundaria. Además, esta evaluación permite dimensionar las instalaciones adaptadas a la demanda y cumplir con los requerimientos exigidos al servicio eléctrico en cuanto a economía, calidad y seguridad.

Por ello se requieren precisar los aspectos importantes en esta parte del estudio, los mismos que comprenden la cuantificación de la Demanda Actual y luego la proyección de la demanda para los próximos 15 años como lo indica el D.S. N° 029-2002-EM del Ministerio de Energía y Minas, requiriéndose en este caso la definición del método de proyección para ello.

La proyección de la demanda se realiza considerando la información estadística recopilada de consumos de energía y la tendencia de los cuatro años anteriores. Se considera aceptable la evaluación de cuatro años anteriores, dada la estacionalidad que presenta el sector industrial, principal carga de SEPAEX. Con ello se evalúa la necesidad o no de nuevas inversiones en el sistema de transmisión con la finalidad de garantizar un suministro adecuado de energía a las cargas clientes del área operativa y a aquellas que en el futuro puedan presentarse.

3.1 Demanda Actual

La demanda actual de energía y potencia se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.1: Demanda de Energía y Potencia – 2004

Carga	Demanda de Energía GWh-año	Demanda de Potencia MW
QUIMPAC	210.0	36.1
AIPSA	1.2	1.0
EMSENSA	7.0	1.6
TOTAL	218.2	38.7

3.2 Proyección de la demanda período 2005-2019

Para la proyección de la demanda se ha considerado el comportamiento histórico de potencia y energía y en base a esta tasa de crecimiento promedio se realizan las proyecciones para los próximos 15 años.

No se han empleado modelos de proyección de tipo econométrico debido a que los incrementos de demanda en cargas cuya preponderancia es de tipo industrial se dan en forma de saltos discretos y en bloques importantes no sujetos o altamente restrictivos a un modelamiento.

Asimismo se realizaron consultas a los clientes del área operativa con la finalidad de tomar conocimiento de posibles incrementos en la demanda de potencia o expansión de su producción, observándose sólo crecimientos vegetativos en EMSEMSA del orden de 2%.

Para la proyección de la demanda de Quimpac se ha aplicado el modelo de los promedios móviles en base a los últimos cuatro años dado que no hay una tendencia sistemática en la variación de su demanda.

En base a esta particularidad se observa en el siguiente cuadro la proyección de demanda de potencia y energía, cuyos valores serán utilizados para el diseño y dimensionamiento de las instalaciones.

Cuadro 3.2: Proyección de la Demanda de Energía y Potencia

Período	Año	Demanda de Energía GWh	Demanda de Potencia MW
1	2005	219.34	41.73
2	2006	217.47	41.38
3	2007	216.69	41.23
4	2008	218.70	41.61
5	2009	218.38	41.55
6	2010	218.17	41.51
7	2011	218.32	41.54
8	2012	218.76	41.62
9	2013	218.75	41.62
10	2014	218.89	41.64
11	2015	219.04	41.67
12	2016	219.26	41.72
13	2017	219.35	41.73
14	2018	219.55	41.77
15	2019	219.68	41.80

El detalle de la proyección de la demanda se muestra en el Anexo A del presente informe, notándose una mínima variación de demanda no obstante el crecimiento vegetativo de EMSEMSA, como se menciona, debido a que la principal carga no tiene un comportamiento sistemático e influenciado solamente por la carga de Quimpac.

Por ello el escenario de crecimiento de demanda es moderado, no observándose importantes aumentos en la demanda del área operativa. Las cargas que presentan el mayor incremento promedio son la empresa de distribución EMSEMSA mientras las cargas industriales Quimpac y APISA tienen escaso crecimiento. Este escenario de demanda permite inferir un menor requerimiento de inversiones y por tanto menores peajes en beneficio de los usuarios del sistema de transmisión de esta parte del sistema.

CAPÍTULO IV

DEFINICION DEL SISTEMA ECONOMICAMENTE ADAPTADO

Como parte de la propuesta para el pago por el uso del sistema de transmisión de CAHUA S.A., en este capítulo se realiza la evaluación del sistema de transmisión económicamente adaptado para lo cual se definirá el nivel de tensión óptimo, la configuración topológica del área operativa, la comprobación de la operatividad del sistema de transmisión en cuanto a calidad, seguridad y confiabilidad.

Para la definición de este sistema se aplica el principio de adaptación económica que indica que las instalaciones deben atender la demanda de los clientes en el horizonte de planificación, observando niveles de calidad y seguridad con el mínimo costo de inversión a valor presente. Por ello se evaluarán diferentes niveles de tensión y diversas configuraciones topológicas, como lo sugiere la práctica y los criterios de aceptación de la ingeniería.

En cuanto a la definición de la adaptación económica en el presente informe, para las diferentes alternativas de tensión y topología, se aplica el criterio de mínimo costo para el cálculo de las inversiones y posteriormente el Costo Medio, así como los costos de pérdidas y de operación y mantenimiento.

Los criterios generales para la definición del sistema de transmisión económicamente adaptado y posteriormente para la determinación de los peajes de transmisión son los siguientes:

- Se considera que la barra de acceso al Sistema Principal de Transmisión es en la tensión nominal de 220 kV correspondiente a la barra de la subestación Paramonga Nueva 220 kV.
- Para la calidad de producto se propone que el sistema garantice una regulación de tensión en $\pm 5\%$ de la U_{NOM} como lo indica la Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico -NTCSE.
- Para la calidad de suministro se consideran una tasa de falla de 2 interrupciones por semestre y una tasa de duración de interrupciones de 4 h. por semestre, valores acordes a la NTCSE.
- En cuanto a la confiabilidad, por su incidencia en los costos del servicio, no es posible garantizar el criterio (n-1) en la parte de líneas de transmisión del sistema secundario, al igual que la mayoría de los sistemas secundarios del país, aunque ello se alcanza en la parte de subestaciones. Existe la posibilidad de alcanzar una confiabilidad (n-1) en líneas aunque ello implicaría plantear líneas adicionales y por ende mayores costos de peaje, lo cual no es objeto de la presente propuesta.
- Se evalúan técnicamente las pérdidas de potencia en base a simulaciones de flujo de carga y pérdidas de energía para las diferentes alternativas.
- Factor de potencia de las cargas del área operativa: 0.95.

- Valorización de las pérdidas al precio de barra en SEPANU fijado por OSINERG en la regulación tarifaria de Noviembre 2004.
- Tasa de descuento de 12%.
- Período de análisis : 15 años.

4.1 Criterios de diseño del sistema de transmisión

Para la determinación del sistema de transmisión económicamente adaptado se han tenido en cuenta diferentes aspectos inherentes a las condiciones geográficas y ambientales del área operativa, los mismos que se comportan como factores restrictivos para el diseño.

De acuerdo con la normatividad vigente las instalaciones que se proponen como sistema económicamente adaptado considera aquel dimensionamiento que corresponde al valor efectivo que transporta dicho sistema.

A continuación se describen las principales características técnicas de los equipos y materiales que conforman el sistema de transmisión adaptado.

- Estructuras de soporte de las líneas

Para el diseño y la valorización del STEA se han seleccionado estructuras de acero, siendo relevante mencionar que la geología muestra zonas con suelos rocosos así como suelo de uso agrícola, que imposibilitan la aplicación de otros tipos de estructura.

Este tipo de soporte se emplea actualmente por las características medioambientales. Se propone construido por perfiles laminados, montados en celosía y unidos a los montantes por remaches, tornillos o soldadura.

- Tipo y material de Conductor

El tipo de material de conductor propuesto para diseño, responde a las exigencias que plantea la ruta de las líneas desde Cahua hasta el punto de acceso al Sistema Principal en 220 kV.

Desde este punto de vista es de señalar que la topografía de la ruta de la línea es de relieve casi llano con pequeñas pendientes, factores que condicionan al uso de conductor de aleación de aluminio del tipo AAAC como actualmente se usa en el área operativa.

En cuanto a las secciones de conductor, para las diferentes tensiones nominales se han adoptado las secciones mínimas de conductor exigido por las normas de diseño, por los criterios de efecto corona así como por el criterio de los niveles de pérdidas y calidad de tensión. En el siguiente cuadro se muestran las secciones mínimas restringidas por el efecto corona como lo indican las normas técnicas:

Cuadro 4.1: Sección de Conductor

Tensión	Sección Mínima, mm ²	Norma de Referencia
138 kV	120	IEC
220 kV	240	IEC

Material y Tipo de Aisladores para las Cadenas

Para las cadenas de aisladores se propone un número variable de elementos según la tensión a evaluar, usando como material aisladores de porcelana sustentada principalmente por la alta polución de la zona por donde pasan las líneas de transmisión.

Este tipo de aislador es el más empleado en alta tensión, ya que presenta las siguientes ventajas:

1. Permite elevar la tensión de funcionamiento con solo aumentar la longitud de la cadena, es decir colocando más elementos.
2. No se interrumpe el servicio por rotura de un aislador, ya que la cadena sigue sujeto al conductor
3. Presenta una gran economía en la reparación de las cadenas, pues solamente es necesario cambiar el elemento averiado.

Tipo de aislador:	De suspensión
Aisladores por cadena:	6 para 60 kV
	11 para 138 kV
	22 para 220 kV

Sistema de Puesta a Tierra

Para la valorización de los metrados de las líneas de transmisión se han considerado sistemas de puesta a tierra considerando las particularidades de la ruta de la línea que presenta terrenos rocosos, así como terrenos de uso agrícola.

Interruptores para el Sistema de Potencia

Para las bahías de las líneas de transmisión se ha definido el uso de los interruptores en hexafluoruro de azufre SF₆ debido a que son equipos de moderna tecnología y su confiabilidad de respuesta adecuada.

Transformadores de Potencia

En el caso de los transformadores de potencia se seleccionan de acuerdo a la proyección de la demanda al año 10 y en concordancia con la tensión nominal a modelar el sistema adaptado.

Asimismo se considera un factor de uso del orden de 0.85, valor aceptable en las prácticas de diseño de ingeniería.

4.2 Alternativas de tensión nominal y topología del área operativa

En esta parte del informe, inicialmente se define mediante factores de decisión técnico-económicos el nivel de tensión nominal para el área operativa y luego se optimiza la topología.

Los niveles de tensión evaluados para la selección de la tensión óptima del STEA corresponden a las tensiones nominales aprobados en el Código Nacional de Electricidad, aprobados por el Ministerio de Energía, siendo estas las tensiones de 60 kV, 138 kV y 220 kV. En

cuanto a las tensiones de la red primaria se tiene como restricción los 13.8 kV, dado que corresponde a la tensión nominal de las cargas atendidas.

Para cada una de estas alternativas se han formulado las siguientes alternativas de configuración:

- **Alternativa 1:**
Suministro radial a SEPAEX en 60 kV, mediante dobles ternas CAHUA-SEPANU y SEPANU-SEPAEX.
- **Alternativa 2:**
Suministro en anillo a SEPAEX en 138 kV, mediante simples ternas CAHUA-SEPANU, CAHUA-SEPAEX y SEPANU-SEPAEX.
- **Alternativa 3:**
Suministro radial a SEPAEX en 138 kV, mediante doble terna CAHUA-SEPANU y simple terna SEPANU-SEPAEX.
- **Alternativa 4:**
Suministro radial a SEPAEX en 138 kV, mediante simples ternas CAHUA-SEPANU y SEPANU-SEPAEX.
- **Alternativa 5:**
Suministro radial a SEPAEX en 138 kV –Configuración Actual, mediante doble terna CAHUA- SEPAEX y simple terna SEPANU-SEPAEX.
- **Alternativa 6:**
Suministro radial a SEPAEX en 220 kV, mediante simples ternas CAHUA-SEPANU y SEPANU-SEPAEX.

En el Anexo C, diagramas N° 3.1 al 3.6 se muestran los esquemas unifilares de cada una de las alternativas evaluadas.

Como se observa en el planteamiento de las alternativas para el STEA se han aplicado criterios de optimización al proponerse la reducción de las longitudes en líneas de transmisión, puesto que el sistema existente cuenta con aproximadamente 70 km.

Es necesario destacar que esta área operativa se inició como un sistema aislado, el mismo que posteriormente se integró al sistema interconectado, lo cual dio como consecuencia el sistema actual con topología de mayores enlaces en la red, para una mejor confiabilidad, observándose que las cargas actualmente tienen un nivel de confiabilidad bajo el criterio (n-1).

4.3 Análisis operativo de las alternativas de transmisión

Para el análisis operativo de las diferentes alternativas propuestas para el sistema adaptado se han realizado simulaciones de flujo de potencia en base a los datos de demanda, configuración topológica y las secciones mínimas de conductores propuestos.

Estos análisis de flujos de potencia permiten evaluar la operatividad del sistema actualmente existente, así como las alternativas propuestas para el sistema adaptado. Los análisis se realizan en condiciones de estado permanente para verificar tensiones y flujos de potencias activa y reactiva, lo cual permite definir la factibilidad técnica del esquema y continuar con la siguiente etapa de análisis correspondiente a la factibilidad económica.

Para el modelamiento y las simulaciones se ha considerado el área operativa dentro del sistema nacional y se han tomado las características técnicas y disposición geométrica de conductores, capacidad de transmisión de las líneas y los valores de demanda considerados en el análisis correspondiente del capítulo anterior.

A efectos de realizar una comparación técnica equivalente y que las alternativas sean factibles en cuanto a operatividad y seguridad se siguen los siguientes criterios:

- Los resultados operativos en cuanto a capacidades de transmisión deben ser satisfechas, con un margen de reserva adecuado que permita el crecimiento vegetativo de la demanda, tanto del mercado regulado como del mercado libre.
- Se analizan para la evaluación técnica las variables operativas en las barras de interés del SINAC, como son las barras CAHUA 138 kV, SEPAEX 138 kV y 13.8 kV y SEPANU 220 kV.
- La alternativa es comparable y se evalúa en términos de mínimo costo si los niveles de tensión, obtenido de los flujos de carga, se mantienen dentro de la tolerancia indicada en la NTCSE.
- A efectos de minimizar los costos en subestaciones se establece que la regulación de tensión en MT es controlada en lo posible desde la central de generación.
- No obstante el factor de potencia de las cargas actualmente está en el orden de 0.85, en las simulaciones se considera teóricamente que las cargas operan a un factor de potencia superior a 0,95, con lo que se consigue que la regulación de tensión y las pérdidas sean aceptables para las condiciones dadas.

Los resultados de los flujos de carga de las alternativas propuestas, cuyo resumen de resultados se describen en los siguientes cuadros se han obtenido del modelamiento del área operativa dentro del SINAC.

4.3.1 Análisis de la alternativa 1 – Radial en 60 kV

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.2

*Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Radial, Doble Terna, 60 kV*

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C. H. CAHUA	60	60.54	1.01	6.79
SEPAEX MT	13.8	12.98	0.94	-5.67
SEPAEX AT	60	56.29	0.94	-2.10
SEPANU MAT	220	217.22	0.99	-0.59
PANU10	10	10.00	1.00	-4.75
SEPANU AT	60	57.50	0.96	-0.69

Como se observa en el cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos no muestran ser valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La no obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto en esta alternativa, descarta el uso de esta tensión en el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.3

*Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Radial, Doble Terna, 60 kV*

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C. H. CAHUA	SEPANU AT	60	20.10	0.88
C. H. CAHUA	SEPANU AT	60	20.10	0.88
SEPANU AT	SEPAEX AT	60	21.42	0.22
SEPANU AT	SEPAEX AT	60	21.42	0.22
Total de Pérdidas, MW				2.20

Como se observa en el cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Los valores de pérdidas son mayores por los flujos requeridos en el transporte, ascendiendo a 4.4% en condiciones de máxima demanda, afectando económicamente al transporte de potencia.
- Las pérdidas totales en líneas son del orden de 5.5% respecto a la máxima generación.

4.3.2 Análisis de la alternativa 2 – Anillo en 138 kV

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.4
Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Anillo, 138 kV

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C. H. CAHUA	138.00	140.24	1.02	1.24
SEPAEX MAT	138.00	137.86	1.00	-0.68
SEPAEX MT	13.80	13.75	1.00	-4.48
SEPANU MAT	138.00	138.70	1.01	-0.46
SEPANU MAT	220.00	217.41	0.99	-0.51

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos muestran valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto, permite evaluar esta alternativa en el aspecto económico para el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.5
Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Anillo, 138 kV

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C. H. CAHUA	SEPAEX MAT	138	19.74	0.30
C. H. CAHUA	SEPANU MAT	138	20.14	0.25
SEPAEX MAT	SEPANU MAT	138	23.83	0.07
Total de Pérdidas, MW				0.62

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tiene el siguiente comentario:

- Los valores de pérdidas longitudinales son aceptables en cuanto a eficiencia técnica del sistema, siendo en líneas del orden de 1.6% respecto a la máxima generación.

4.3.3 Análisis de la alternativa 3 – Radial en doble terna en 138 kV

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.6
Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Radial, Doble Terna, 138 kV

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C. H. CAHUA	138.00	140.26	1.02	1.17
SEPAEX MAT	138.00	137.26	0.99	-1.01
SEPAEX MT	13.80	13.68	0.99	-4.84
SEPANU MAT	138.00	138.52	1.00	-0.48
SEPANU MAT	220.00	217.58	0.99	-0.52

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos muestran valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto en esta alternativa, permite evaluar esta alternativa en el aspecto económico para el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.7
Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Radial, Doble Terna, 138 kV

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C. H. CAHUA	SEPANU MAT	138	19.92	0.25
C. H. CAHUA	SEPANU MAT	138	19.92	0.25
SEPAEX MAT	SEPANU MAT	138	42.47	0.26
Total de Pérdidas, MW				0.76

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tiene el siguiente comentario:

- Los valores de pérdidas longitudinales son aceptables en cuanto a eficiencia técnica del sistema, siendo en líneas del orden de 1.9% respecto a la máxima generación.

4.3.4 Análisis de la alternativa 4 – Radial simple terna en 138 kV

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.8
Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Radial, Simple Terna, 138 kV

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C. H. CAHUA	138.00	140.04	1.01	2.84
SEPAEX MAT	138.00	135.54	0.98	-1.06
SEPAEX MT	13.80	13.50	0.98	-5.00
SEPANU MAT	138.00	136.84	0.99	-0.54
SEPANU MAT	220.00	216.82	0.99	-0.53

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos muestran valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto en esta alternativa, permite evaluar esta alternativa en el aspecto económico para el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.9
Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Radial, Simple Terna, 138 kV

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C. H. CAHUA	SEPANU MAT	138	39.79	1.01
SEPAEX MAT	SEPANU MAT	138	42.50	0.23
Total de Pérdidas, MW				1.24

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tiene el siguiente comentario:

- Los valores de pérdidas longitudinales son aceptables en cuanto a eficiencia técnica del sistema, siendo en líneas del orden de 1.9% respecto a la máxima generación.

4.3.5 Análisis de la alternativa 5 – Radial en 138 kV, configuración actual

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.10
Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Actual, 138 kV

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C. H. CAHUA	138.00	140.67	1.02	1.29
SEPAEX MAT	138.00	138.29	1.00	-0.53
SEPAEX MT	13.80	13.79	1.00	-4.31
SEPANU MAT	138.00	138.81	1.01	-0.62
SEPANU MAT	220.00	217.67	0.99	-0.58

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos muestran valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto en esta alternativa, permite evaluar esta alternativa en el aspecto económico para el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.11
Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Actual, 138 kV

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C. H. CAHUA	SEPAEX MAT	138	19.99	0.64
C. H. CAHUA	SEPAEX MAT	138	19.99	0.64
SEPAEX MAT	SEPANU MAT	138	13.69	0.02
Total de Pérdidas, MW				1.30

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tiene el siguiente comentario:

- Los valores de pérdidas longitudinales son aceptables en cuanto a eficiencia técnica del sistema, siendo en líneas del orden de 3.3% respecto a la máxima generación.

4.3.6 Análisis de la alternativa 6 – Radial simple terna en 220 kV

Los resultados de los flujos de carga para esta alternativa se muestran en los siguientes cuadros resumen para las barras de interés del sistema secundario.

Cuadro 4.12

*Tensiones en Barras del Área Operativa
Configuración Radial, Simple Terna, 220 kV*

Barra	Tensión Base, kV	Tensión en Barra, kV	Tensión en Barra, p.u.	Angulo
C.H. Cahua	220.00	221.09	1.00	0.55
SEPAEX MAT	220.00	218.85	0.99	-0.76
SEPAEX MT	13.80	13.86	1.00	-3.18
SEPANU MAT	220.00	219.29	1.00	-0.56

Del cuadro anterior, para esta alternativa se tienen los siguientes comentarios:

- Las tensiones en barra obtenidos muestran valores aceptables de acuerdo a la NTCSE, principalmente en las barras de interés SEPAEX AT y MT.
- La obtención de valores satisfactorios en cuanto a calidad de producto en esta alternativa, permite evaluar esta alternativa en el aspecto económico para el STEA.

Para la evaluación de los flujos y pérdidas en las líneas se han obtenido los siguientes resultados:

Cuadro 4.13

*Flujos de Carga en Líneas del Área Operativa
Configuración Radial, Simple Terna, 220 kV*

Barra de Envío	Barra de Recepción	Tensión Nominal de Línea, kV	Flujo en la Línea, MW	Pérdidas de Potencia, MW
C.H. CAHUA	SEPANU MAT	220	41.63	0.16
SEPAEX MAT	SEPANU MAT	220	41.71	0.03
Total de Pérdidas, MW				0.19

Como se observa en el cuadro anterior, para esta alternativa se tiene el siguiente comentario:

- Los valores de pérdidas longitudinales son aceptables en cuanto a eficiencia técnica del sistema, siendo en líneas del orden de 0.5% respecto a la máxima generación.

4.4 Selección del sistema de transmisión económicamente adaptado

Para la selección del Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado se toman en consideración los criterios y disposiciones contenidas en la normativa correspondiente del Ministerio de Energía y Minas así como del OSINERG GART.

En base a ello se ha realizado una evaluación técnico-económica para la selección de la alternativa de mínimo costo, que incluye lo siguiente:

Costos de inversión, basado en los costos unitarios elaborados para tal efecto, cuyo detalle se muestra en el Anexo B, Cuadros N° 1 al 13 y los esquemas 2.1 y 2.2.

Costos de Operación y Mantenimiento en base a las actividades y frecuencia de la experiencia de operar sistemas en 138 kV, para los otros niveles de tensión se han tomado valores referenciales de la regulación de transmisión, adoptando en esta evaluación 2.5% sobre el valor de las alternativas.

- Valor de las pérdidas de potencia y energía, para lo cual se han tomado los resultados del análisis técnico de las alternativas y los costos de barra correspondientes a SEPANU 220 kV de la Fijación de Tarifas en Barra de Noviembre del 2004.
- Se ha considerado como horizonte de la evaluación lo indicado en la normativa vigente, que señala 15 años.
- Se ha tomado la tasa de descuento del 12% como se indica en la LCE.

Los resultados de esta evaluación para definir el Sistema Secundario del Área Operativa CAHUA se muestran en el Anexo C, Cuadros N° 1 al 7, donde se muestra la valorización de los diferentes componentes y los cuadros N° 8 al 13 de este mismo anexo donde se muestran los resultados de la evaluación técnico-económica de las alternativas planteadas para la optimización en el presente estudio, de donde se obtiene el siguiente resumen:

Cuadro 4.14
Análisis Comparativo Técnico-Económico para la determinación del STEA
Área Operativa Cahua, miles US\$

Alternativa	Inversión	Costos de Pérdidas y O&M	Valor Presente Total
Alternativa 1, Config. Radial, Doble Terna 60 kV	10,630	4,833	15,471
Alternativa 2, Config. Anillo, 138 kV	13,287	3,371	16,658
Alternativa 3, Config. Radial, Doble Terna 138 kV	11,973	3,290	15,263
Alternativa 4, Config. Radial, Simple Terna 138 kV	9,957	3,497	13,455
Alternativa 5, Config. Actual 138 kV	12,847	4,137	16,984
Alternativa 6, Config. Radial, Simple Terna 220 kV	11,933	2,568	14,501

Del análisis técnico-económico realizado se observa en el cuadro anterior que el Sistema Económicamente Adaptado corresponde a la Alternativa 4 Suministro Radial a SEPAEX en 138 kV, mediante Líneas en Simple Terna CAHUA-SEPANU y Simple Terna SEPANU-SEPAEX, con subestaciones en SEPAEX y SEPANU.

La selección de esta alternativa, a diferencia del sistema actual, tiene la ventaja de optimizar tanto las pérdidas como las longitudes totales del sistema secundario de transmisión.

Del mismo modo se han optimizado las capacidades de transmisión principalmente en la S.E. SEPANU.

Dicha alternativa 4 seleccionada como STEA incluye lo siguiente:

*Cuadro 4.15: Sistema Económicamente Adaptado
Área Operativa Cahuá*

Ítem	Nivel de Tensión	Componente
1	138 kV	Línea CAHUA – SEPANU, en simple terna con una longitud de 50.3 km. y tensión nominal en 138 kV.
2	138 kV	Línea SEPANU – SEPAEX en simple terna con una longitud de 9.8 km. y tensión nominal en 138 kV.
3	138 kV	Subestación SEPANU 50 MVA, 220/138/60 kV, con un Auto transformador.
4	138 kV	Subestación SEPAEX con 56 MVA, 138/14.7 kV con dos bancos de transformadores.

4.4.1 Sistema de transmisión adaptado a remunerar

De los componentes que forman el STEA del área operativa CAHUA se han identificado las instalaciones que corresponden a la propuesta de peajes por el uso de los sistemas secundarios de parte de los usuarios.

Por la configuración evaluada con criterios de eficiencia y economía se observa que los clientes que hacen uso exclusivo de parte del STEA son las cargas conectadas a la S.E. SEPAEX.

Por lo anterior, el sistema de transmisión secundaria que forma parte de la propuesta de peajes a ser aplicado a los clientes serán los siguientes:

Cuadro 4.16: Sistema Secundario a Remunerar

Ítem	Nivel de Tensión	Componente
1	138 kV	Línea SEPANU – SEPAEX en simple terna con una longitud de 9.8 km. y tensión nominal en 138 kV.
2	138 kV	Subestación SEPANU 50 MVA, 220/138/60 kV, con un Auto transformador.
3	138 kV	Subestación SEPAEX con 56 MVA, 138/14.7 kV con dos bancos de transformadores.

De este análisis se ha obtenido que en las líneas de transmisión el 83% de la longitud corresponde a la generación y el 17% a la demanda. En lo que se refiere a la transformación el 34% de esta corresponde a la generación, principalmente la elevación a 138 kV en la central de generación y el resto a la demanda.

Este STEA descrito es el que será materia del análisis siguiente para determinar los Costos Medios de Inversión, Costos de Operación y Mantenimiento e Ingreso Tarifario necesarios para el cálculo de peajes Secundarios de Transmisión.

En la siguiente Figura 4.1 se muestra el esquema simplificado de la transmisión optimizada del área operativa con las instalaciones que corresponden a la propuesta de peajes por sistema secundario de transmisión.

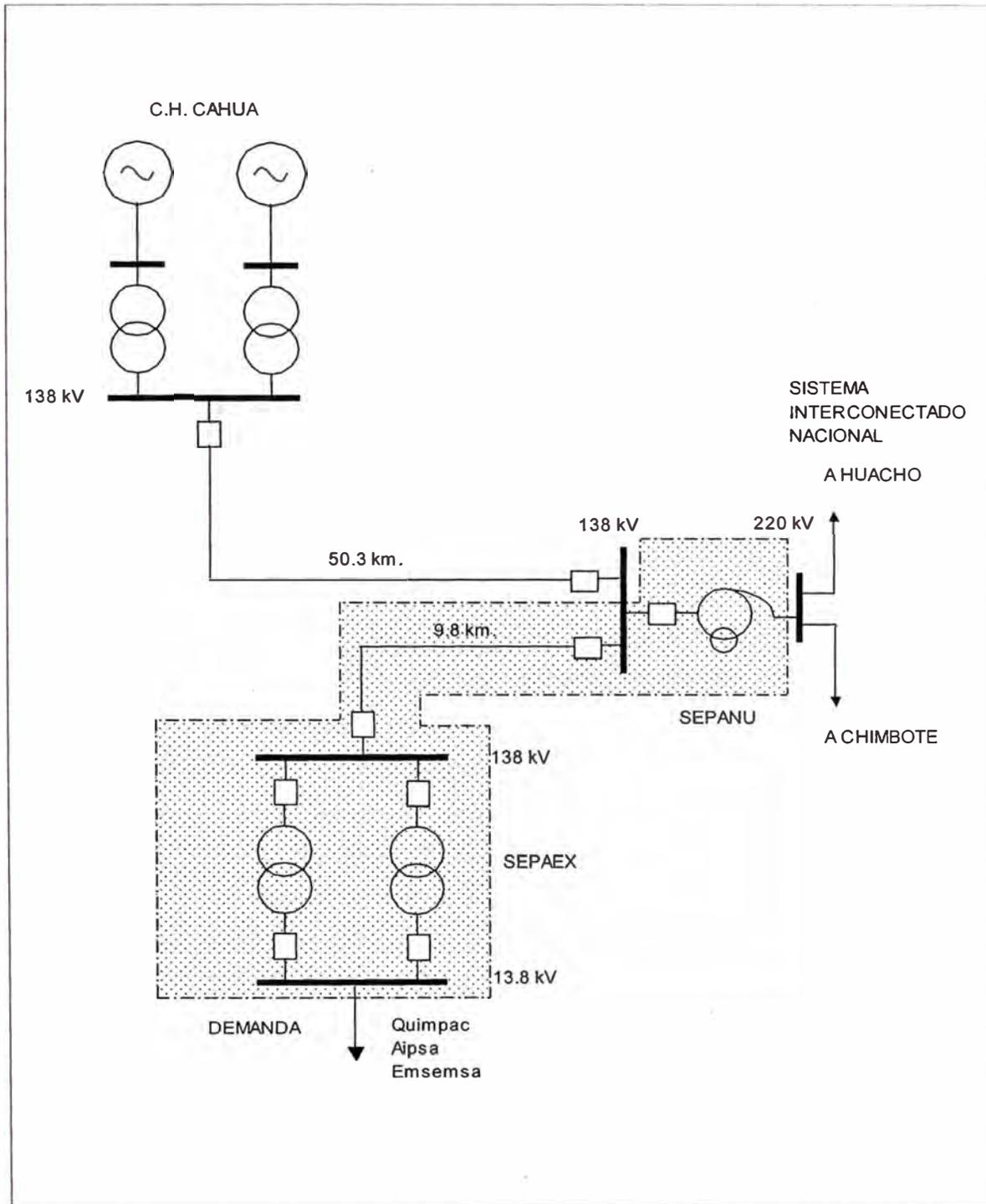


Figura 4.1: Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado – Área operativa CAHUA
Esquema Simplificado

CAPÍTULO V DETERMINACION DEL COSTO MEDIO DE INVERSION

5.1 Costo medio de subestaciones de transformación

Definido el Sistema de Transmisión Económicamente Adaptado a remunerar de parte de las cargas que conforman el Área Operativa CAHUA, en este capítulo se procede a la valorización de las instalaciones en sus diferentes componentes.

De acuerdo a lo que indica el reglamento de la LCE este costo medio corresponde a la valorización total de las instalaciones correspondientes a la inversión, operación y mantenimiento con la tecnología y precios vigentes, en condiciones de eficiencia.

Asimismo y como se ha demostrado en el capítulo anterior el sistema económicamente adaptado no corresponde a las instalaciones físicas existentes actualmente instaladas, sino al sistema eficiente bajo condiciones de eficiencia técnica y económica por ello a este STEA corresponde ser valorizado en forma independiente para la determinación del Costo Medio de Inversión CMI.

Para la valorización del STEA del Área Operativa Cahua se han aplicado precios de componentes principales en base a compras recientes de la empresa CAHUA S.A. en cuanto se refiere a transformador, conductores, estructuras, aisladores y ferretería eléctrica.

Para aquellos componentes que no han tenido adquisiciones recientes se ha procedido a realizar consultas a proveedores de equipos y en algunos casos se han tomado referencias de estudios anteriores.

Por otro lado y en concordancia con el Art. 76 de la LCE, la valorización del STEA considera también los gastos financieros durante el período de construcción, los gastos y compensaciones por el establecimiento de la servidumbre así como los costos de estudios y supervisión.

La determinación de los costos estándares aplicado a cada componente de transmisión del sistema adaptado ha considerado lo siguiente:

- Materiales, equipos y suministros
- Derechos de aduana y gastos de internamiento
- Transporte a la obra y los seguros correspondientes
- Montaje del equipo electromecánico
- Obras civiles
- Gastos Generales y utilidades del Contratista
- Gastos de Administración (correspondientes al propietario)
- Ingeniería y Supervisión

Intereses Intercalarios

Para las líneas se incluye el costo de servidumbre y en el caso de las subestaciones se incluye el costo del terreno y las instalaciones y obras comunes de la subestación.

5.2 Costo medio de subestaciones de transformación

Para la determinación del costo medio de subestaciones de transformación SEPANU y SEPAEX se han elaborado las planillas de costos para módulos estándar del nivel de tensión correspondiente, los cuales consideran las exigencias ambientales que requiere el equipamiento de potencia y medición.

Cuadro 5.1

SUBESTACION 220/138/10 kV 50 MVA MODULO BASICO
SEPANU

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1.0 SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL						
1.1	Transformador de Potencia 220/138/10 kV 50 MVA	Und.	1	475,591	475,591	
1.2	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42,669	42,669	
1.3	T.C. 145 kV 600/5-5-5A MR 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	5,308	15,923	
1.4	Interruptor 250 kV 1250A 25 kA 950 kV (BIL)	Cjto.	1	85,000	85,000	
1.5	Sec. de barra 245 kV 1250 A	Cjto.	1	15,000	15,000	
1.6	T.C. 245 kV 800-400/1/1/1 A 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	12,300	36,900	
1.7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador 220	Cjto.	1	78,000	78,000	
1.8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3,000	3,000	
1.9	Pórticos y Barras	TM	6	1,700	10,200	
2.0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vec 75 Amp.-Hr.	Cjto.	1	14,000	14,000	
2.1	Tableros de Servicios Auxiliares AC/DC	Cjto.	1	18,000	18,000	
1.10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20,000	20,000	
Subtotal 1- Suministro :						814,283
2.0 TRANSPORTE Y SEGURO						
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						36,643
3.0 MONTAJE Y OBRAS CIVILES						
Subtotal 3: Montaje y O.C.						390,856
4.0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5.0%	40,714	40,714
5.0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2.0%	16,286	16,286
TOTAL COSTO DIRECTO						1,298,782
IMPREVISTOS				%	10.0%	129,878
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				%	20.0%	85,500
SUPERVISION Y ADMINISTRACION				%	5.0%	71,433
TOTAL SIN IMPUESTOS						1,585,593
ARANCELES					12.0%	97,714
TOTAL CON ARANCELES						1,683,307

Cuadro 5.2

SUBESTACION 138/13.8 kV 28 MVA MODULO BASICO
SEPAEX

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL	
					US\$	SUBTOTAL US\$
1.0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1.1	Transformador de Potencia 138/13.8 kV 28 MVA	Und.	1	204,870	204,870	
1.2	Interruptor 13.8 kV 2000 A 31.5 kA 95 kV (BIL)	Cjto.	1	12,500	12,500	
1.3	T.C. 10 kV 1200/5-5--5 50 VA 2(5P 20)	Und.	3	850	2,550	
1.4	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42,669	42,669	
1.5	Sec. de barras 170 kV 1250 A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	12,500	12,500	
1.6	T.C. 138 kV 300-600/1/1/1 A 60 VA2(5P20), 30 VA .5	Und.	3	5,308	15,924	
1.7	Tablero de Mando, Señal, Medición y Prot. de Transformador I.	Cjto.	1	50,000	50,000	
1.8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3,000	3,000	
1.9	Pórticos y Barras	TM	6	1,700	10,200	
2.0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14,000	14,000	
2.1	Tableros de Servicios Auxiliares AC/DC	Cjto.	1	18,000	18,000	
1.10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20,000	20,000	
Subtotal 1- Suministro :						406,213
2.0	TRANSPORTE Y SEGURO					
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						18,280
3.0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
Subtotal 3: Montaje y O.C.						194,982
4.0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5.0%	20,311	20,311
5.0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2.0%	8,124	8,124
TOTAL COSTO DIRECTO						647,910
	IMPREVISTOS	%		10.0%		64,791
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20.0%		42,652
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5.0%		35,635
TOTAL SIN IMPUESTOS						790,989
ARANCELES						48,746
TOTAL CON ARANCELES						839,734

Los diagramas unifilares básicos de la configuración optimizada de las Subestaciones de transformación se muestran en el Anexo B, diagrama 2.2

5.3 Costo medio de bahía y líneas de transmisión

Para la determinación del costo medio de subestaciones de transformación se han elaborado las planillas de costos que incluye el equipamiento de potencia y medición correspondiente.

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de los costos medios de inversión para la bahía de salida de línea en 138 kV, cuyo diagrama unificar se muestra en el Anexo B, Figura 2.1. Asimismo los componentes que incluye este módulo de costos se muestra en el Anexo B, Cuadro N° 2.

Cuadro 5.3

MODULO DE SALIDA DE LINEA 138 kV- SIMPLE BARRA

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO		SUBTOTAL
				UNIT. US\$	PARCIAL US\$	
1.0 SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL						
1.1	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42,669	42,669	
1.2	Sec. de barras 170 kV 1250 A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	12,500	12,500	
1.3	Sec. de Línea con P.T. 145 kV 800A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	14,312	14,312	
1.4	T.C. 138 kV 300-600/1/1/1 A 60 VA 2(5P20), 30 VA .5	Und.	3	5,308	15,924	
1.5	T.T. Cap. 138:V3 / 0.1:V3 -0.1:V3 50/50 VA,C1 05/3P	Und.	3	5,800	17,400	
1.6	Tablero de protección de línea 138 kV	Cjto.	1	30,000	30,000	
1.7	Tablero de control y mando de línea 138 kV	Cjto.	1	21,000	21,000	
1.8	Pórticos y Barras	TM	3.8	1,700	6,460	
1.9	Cables de control y fuerza	Cjto.	1	12,000	12,000	
Subtotal 1- Suministro :						172,265
2.0 TRANSPORTE Y SEGURO						
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						7,752
3.0 MONTAJE Y OBRAS CIVILES						
Subtotal 3: Montaje y O.C.						68,906
4.0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5.0%	8,613	8,613
5.0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2.0%	3,445	3,445
TOTAL COSTO DIRECTO						260,982
	IMPREVISTOS	%		10.0%		26,098
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20.0%		17,743
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5.0%		15,241
TOTAL SIN IMPUESTOS						320,064
ARANCELES				12.0%		20,672
TOTAL CON ARANCELES						340,736

Como se muestra en el cuadro anterior el módulo de salida de línea de transmisión asciende a un monto de 340.7 miles US\$.

Para el caso de los costos unitarios de líneas de transmisión se han aplicado los criterios expuestos en los numerales anteriores, de donde se obtiene el cuadro siguiente, en donde se puede observar que los costos unitarios de líneas de transmisión en 138 kV es de 60.90 miles de US\$ por Km.

Cuadro 5.4

LINEA DE TRANSMISION 138 kV S/T- Aleación de Al 120 mm² (Costo/Km)

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO		SUBTOTAL US\$
				UNIT. US\$	PARCIAL US\$	
1.0 SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL						
1.1	Estructuras de Acero	TM	9,6	1,617	15,523	
1.2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	5,750	5,750	
1.3	Conductores	m	3150	1,02	3,213	
1.4	Cable y Sistema de puesta a tierra	Cjto.	1	2,310	2,310	
Subtotal 1- Suministro :						26,796
2.0 TRANSPORTE Y SEGURO						
2.1	Transporte hasta obra	%(1)		3.0%	804	
2.2	Seguro hasta obra	%(1)		1.5%	402	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						1,206
3.0 MONTAJE Y OBRAS CIVILES						
Subtotal 3: Montaje y O.C.						13,398
4.0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5.0%	1,340	1,340
5.0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		10.0%	2,680	2,680
TOTAL COSTO DIRECTO						45,419
IMPREVISTOS				%	10.0%	4,542
GASTOS GENERALES Y UTILIDADES				%	20.0%	3,457
SUPERVISION Y ADMINISTRACION				%	8.0%	4,273
TOTAL SIN IMPUESTOS						57,692
ARANCELES					12.0%	3,216
TOTAL CON ARANCELES						60,907

5.4 Costo Medio y Anualidad del STEA

Para el costo medio de inversión se han considerado los diferentes módulos que conforman el sistema de transmisión económicamente adaptado, es decir incluye:

- Línea de Transmisión en 138 kV SEPAEX-SEPANU
- S.E. Paramonga Nueva 220/138/60 kV
- S.E. Paramonga Existente 138/13.8 kV

En el siguiente cuadro resumen se muestra el CMI, así como su correspondiente anualidad calculado con 12% de tasa de descuento y un período de 30 años.

Cuadro 5.5

Costo Total de Inversión - Sist. de Trasmisión Económicamente Adaptado a Remunerar
Configuración Radial en 138 kV - ST CAHUA-SEPANU y ST SEPAEX-SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$	aVNR Annual US\$/año
A Líneas de Trasmisión						
a	Línea 138 kV simple terna	km	9.40	60,907	572,526	71,076
b	Celdas de 138 kV	Módulo	2.00	340,736	681,472	84,600
Sub - TOTAL US\$					1,253,998	155,676
B Subestación de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)						
a	Transformación MAT/MAT	Módulo	1.00	1,683,307	1,683,307	208,972
Sub - TOTAL US\$					1,683,307	208,972
C Subestación de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)						
a	Transformación MAT/MT	Módulo	2.00	839,734	1,679,468	208,495
Sub - TOTAL US\$					1,679,468	208,495
TOTAL US\$					4,616,773	573,143

Del cuadro mostrado se observa que el CMI del STEA es de 4.62 millones de US\$ con una anualidad de CMI de 573.1 mil US\$

5.5 Ingreso tarifario del sistema del STEA

Para el cálculo del Ingreso Tarifario se ha considerado un porcentaje de la anualidad del Costo Medio de Inversión, estimado en 2% los mismos que se muestran en el siguiente Cuadro:

Cuadro 5.6

Componente de Trasmisión Secundaria	Anualidad del Costo Medio, miles US\$	Ingreso Tarifario, miles US\$
Trasmisión SEPANU-SEPAEX	155,676	3.11
Transformación SEPANU	208,972	4.18
Transformación SEPAEX	208,495	4.17
TOTAL	573,143	11.46

CAPÍTULO VI COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL STEA

En este capítulo se desarrolla la evaluación de los costos de operación y mantenimiento para el Sistema Económicamente Adaptado, cuyas actividades y frecuencia corresponden a las prácticas y procedimientos eficientes desde el punto de vista técnico y económico y los costos al valor de mercado de bienes y servicios.

Como criterio general, en concordancia con el marco legal se considera que las actividades propuestas en el mantenimiento deben garantizar la vida útil de las instalaciones durante 30 años y garantizar el cumplimiento de las normas de calidad de producto y de servicio.

La propuesta de costos de O&M considera principalmente lo siguiente:

Las actividades de mantenimiento permiten un servicio adecuado a los clientes del sistema, sin incluir sobrecostos por bajos rendimientos en zonas de difícil acceso.

Gestión técnica de las instalaciones que permitan operatividad de las mismas por un período de 30 años.

6.1 Actividades y frecuencia de operación y mantenimiento

Para las subestaciones de transformación se han aplicado las siguientes actividades de mantenimiento:

Cuadro 6.1:Actividades de Mantenimiento

Proceso	Actividad
Mantenimiento Celdas de 138 kV	Lavado en Caliente de Aisladores Limpieza de Aisladores Mantenimiento Integral de Interruptores Mantenimiento Integral de Seccionadores Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra Mantenim. Electrom. Celda Transformador Simple Barra Mantenim. Electromecanico Barra
Mantenimiento Celdas de 13.8 kV	Lavado en Caliente de Aisladores Limpieza de Aisladores Mantenimiento Integral de Interruptores Mantenimiento Integral de Seccionadores Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra Mantenim. Electrom. Celda Acoplam. Doble Barra Mantenim. Electromecanico Barra
Mantenimiento Edificios	Mantenimiento refrigeraicon y aire acondicionado Mantenimiento aire comprimido Mantenimiento areas verdas Mantenimiento cerco perimetral Mantenimiento ductos y canales Mantenimiento edificios de control Mantenimiento planta de tratamiento de agua Mantenimiento sistema suminsitro de agua Mantenimiento sistemas de iluminacion Mantenimiento tableros Reparacion de canaletas y tapas
Mantenimiento Seguridad	Fumigacion de ambientes Seguridad e higiene industrial
Mantenimiento Sala de Control y/o Mando	Mantenimiento equipos de medicion Mantenimiento equipos de proteccion Mantenimiento especializado de registradores Mantenimiento sistema de control
Mantenimiento Sistema de Emergencia	Mantenimiento grupo electrogeno
Mantenimiento Sistema Puesta aTierra	Mantenimiento sistema puesta a tierra
Mantenimiento Transformadores de Potencia	Analisis Fisico y Quimico aceite dielectrico Desmontaje y revision conmutador bajo carga Mantenimiento extractores y ventiladores Pruebas Tang. Delta, Rel. Transformacion Regeneracion de aceite aislante Mantenimiento integral del transformador

Proceso	Actividad
Mantenimiento Sistema de Compensacion	Mantenimiento banco de condensadores Mantenimiento integral banco condensadores
Medicion de Puntos Calientes	Medicion de puntos calientes
Mantenimiento Servicios Auxiliares	Mantenimiento banco de baterias Mantenimiento rectificadores Mantenimiento servicios auxiliares Mantenimiento transformador servicio auxiliar
Mantenimiento Caminos Acceso	Mantenimiento caminos acceso a repetidoras Mantenimiento caminos acceso a SSEE
Mantenimiento Radios Moviles y Portatiles	Mantenimiento radios moviles y portatiles
Mantenimiento Sistema de Adquisicion de Datos	Mantenimiento Repar. y Pto. Interc., Dist. y Con. Mantenimiento RTU
Mantenimiento del Sistema de Onda Portadora	Mantenimiento cajas acoplamiento y cables auxi. Mantenimiento central telefonica Mantenimiento onda portadora Mantenimiento salas de comunicaciones Mantenimiento UPS's y estabilizadores
Mantenimiento Equipos de Radio y Antenas	Mantenimiento casetas Mantenimiento Radios UHF monocanal y antenas Mantenimiento Radios VHF y antenas Mantenimiento repetidoras
Mantenimiento Torres de Comunicacion	Mantenimiento soportes de antenas
Mantenimiento Estructuras	Mantenimiento estructuras Pintado porticos
Control y mejoramiento del mantenimiento	Auditoria tecnica SSEE

Actividades de Mantenimiento 2 de 2

La frecuencia anual con la que se realizan estas actividades para mantener el sistema con características de calidad y seguridad se muestran en el Anexo D. En dichos cuadros también se muestran los costos unitarios correspondientes.

6.2 Costos anuales de operación y mantenimiento

Los costos anuales de operación y mantenimiento se han realizado para los diferentes componentes del sistema adaptado

Cuadro 6.2

Costo Ejecución Real US\$					
	Costo Mano de Obra	Costos Materiales	Costo Maquinaria	Costo Total	Costo Annual US\$
SEPANU	43,331	34,255	16,566	94,151	47,738
SEPAEX	56,097	56,907	24,706	135,515	55,209
LINEA DE TRANSMISION	77,278	99,828	38,863	215,969	38,831
Total O&M Annual (US\$)	176,706	190,990	80,135	445,635	141,778

El detalle de estos costos de operación y mantenimiento, así como los costos unitarios se muestran en los Cuadros N° 2, 3 y 4 del Anexo D.

CAPÍTULO VII CÁLCULO DEL PEAJE DE TRANSMISIÓN

Con los cálculos previamente realizados para cada uno de los componentes del STEA, para el Área Operativa, Cahua se calculan los peajes de Transmisión Secundaria que fiablemente es la propuesta técnica-económica.

Los resultados se muestran se muestran en el siguiente Cuadro Resumen:

Cuadro 7.1: Cálculo del Peaje de Transmisión

Componente de Transmisión Secundaria	Anualidad del Costo Medio miles US\$	Costo Annual de O&M, miles US\$	Ingreso Tarifario miles US\$	Peaje Unitario ctv. US\$/kWh
Transmisión SEPANU-SEPAEX	155.68	38.83	7.78	0.0876
Transformación SEPANU	208.97	47.74	10.45	0.0578
Transformación SEPAEX	208.50	55.21	10.42	0.1188
TOTAL	573.15	141.78	28.65	0.2642
PEAJE TOTAL SST, ctv. S./ kWh				0.898

Nota

Tasa de cambio = 3.4

Por los resultados obtenidos en el presente informe, se propone como Peaje por el uso del Sistema Secundario de Transmisión del Área Operativa CAHUA un costo de 0.898 centavos de nuevo sol por kWh.

CONCLUSIONES

1. El Informe de Suficiencia Profesional presentado ha permitido aplicar los criterios técnico – económicos para diseño de líneas y subestaciones teniendo en cuenta las restricciones de ingresos económicos basados en el cálculo de peajes de transmisión secundaria.
2. Esta experiencia en la formulación de peajes de transmisión permite exponer la secuencia de cálculo de compensación correspondiente al reconocimiento de la inversión, operación y mantenimiento por el uso de un sistema secundario de transmisión considerando condiciones de eficiencia.
3. La metodología planteada ha permitido proponer y evaluar diversas alternativas topológicas para satisfacer la demanda del área operativa Cahua, observando las premisas de tipo técnico como capacidades de transporte, diseño económico y flujos de carga optimizados desde el punto de vista de calidad de tensión y pérdidas de energía.
4. La experiencia en la determinación de un Sistema Económicamente Adaptado en la parte de transmisión permite mostrar la coherencia entre la parte técnica que corresponde al diseño y operación y la parte económica en cuanto al equilibrio entre la oferta de transmisión y la demanda de energía de los clientes, procurando el menor costo y manteniendo la calidad del servicio.
5. El análisis de direccionalidad de flujos de potencia ha permitido mostrar como incurre la demanda en el reconocimiento de los peajes por el uso del sistema de transmisión.
6. La comparación entre el valor real de las instalaciones y el valor reconocido en las tarifas de compensaciones por el uso de sistemas secundarios de transmisión reguladas por el OSIENRG, muestra el efecto económico que impacta en los agentes del mercado eléctrico, en mayor o menor medida, dependiendo de cuan sobre o subdimensionado se encuentren operando las instalaciones.
7. Un aporte de esta experiencia de Regulación de Peajes en sistemas de transmisión es que deben estudiarse los mecanismos que permitan valorizar y reconocer las inversiones que minimicen los riesgos en la calidad de suministro derivados de fallas en el sistema, por plantear configuraciones que no satisfacen el criterio n-1.

ANEXOS

ANEXO A
Evaluación de la Demanda del Área Operativa Cahua S.A.

Anexo A - Cuadro N° 1

**Estudio de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión - CAHUA S.A.
Evaluación de la Demanda de Área Operativa CAHUA 2005-2019**

Periodo	Año	Demanda de Energía de QUIMPAC, GWh	Demanda de Energía de AIPSA, GWh	Demanda de Energía de EMSEMSA, GWh	Demanda de Energía TOTAL, GWh
1	2005	210,07	1,31	7,95	219,34
2	2006	208,07	1,31	8,11	217,49
3	2007	207,16	1,31	8,22	216,69
4	2008	209,01	1,31	8,38	218,70
5	2009	208,58	1,31	8,49	218,38
6	2010	208,20	1,31	8,66	218,17
7	2011	208,24	1,31	8,77	218,32
8	2012	208,51	1,31	8,94	218,76
9	2013	208,38	1,31	9,06	218,75
10	2014	208,33	1,31	9,24	218,89
11	2015	208,36	1,31	9,36	219,04
12	2016	208,40	1,31	9,55	219,26
13	2017	208,37	1,31	9,67	219,35
14	2018	208,37	1,31	9,87	219,55
15	2019	208,37	1,31	10,00	219,68

ANEXO B
Análisis de Costos Unitarios de Inversión

Anexo B - Cuadro Base

Estudio de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión-CAHUA S.A. Costos Unitarios de Inversión y CO&M

Item	Descripción	Unidad	VNR US\$/unidad	aVNR Anual (US\$/unidad-año)	CO&M (US\$/unidad-año)
1	Línea 60 kV, Costa, doble terna AAAC de 240 mm ² , estructura	km	67.082	8.328	1.677
2	Línea 60 kV, Costa, Simple terna AAAC de 240 mm ² , estructura	km	41.680	5.174	1.042
3	Línea 138 kV, Costa, Doble terna AAAC de 120 mm ² , estructura metálica	km	87.430	10.854	2.186
4	Línea 138 kV, Costa, Simple terna AAAC de 120 mm ² , estructura metálica *	km	60.907	7.561	2.272
5	Línea 220 kV, Costa, estructura metálica (doble terna)	km	118.031	14.653	2.951
6	Línea 220 kV, Costa, estructura metálica (simple terna)	km	87.000	10.800	2.175
7	Módulo de Transformación 220/138 kV, 50 MVA	Módulo	1.683.307	208.972	47.738
8	Módulo de Transformación	Módulo	1.541.093	191.317	38.527
9	Módulo de Transformación 220/13.8 kV, 25 MVA	Módulo	1.079.402	134.001	26.985
10	Módulo de Transformación 220/10 kV, 25 MVA	Módulo	1.025.431	127.301	25.636
11	Módulo de Transformación 138/13.8 kV, 27.5 MVA	Módulo	839.734	104.248	27.604
12	Módulo de Transformación 138/10 kV, 27.5 MVA	Módulo	797.747	99.035	19.944
13	Módulo de Transformación 60/13.8 kV, 28 MVA	Módulo	743.299	92.276	18.582
14	Módulo de Transformación 60/10 kV, 28 MVA	Módulo	706.134	87.662	17.653
15	Celda de Línea 220 kV	Módulo	632.339	78.501	15.808
16	Celda de Línea 138 kV	Módulo	340.736	42.300	8.737
17	Celda de Línea 60 kV	Módulo	274.168	34.036	6.854
18	Celda de 13,8 kV	Módulo	68.147	8.460	1.704
19	Celda de 10 kV	Módulo	82.250	10.211	2.056

* Factor de Simple Terna : 75% del Costo de la Línea de doble terna
CO&M 2,5%
Tipo de Cambio 3,40

Celda Típica para Línea de Transmisión

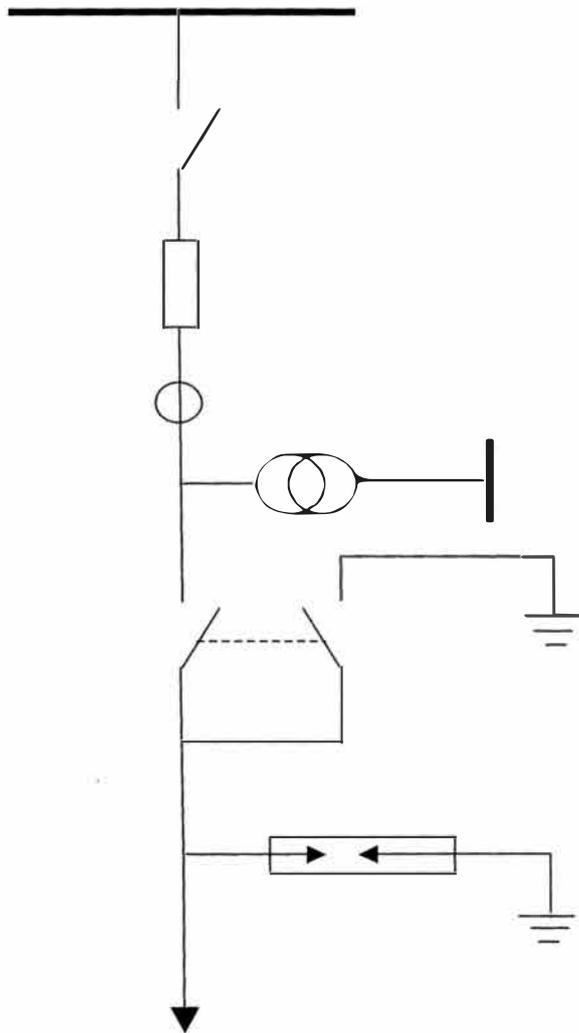


Diagrama 2.1

LEYENDA

	Seccionador Tripolar
	Interruptor Tripolar de Potencia
	Transformador de Corriente
	Transformador de Potencia
	Pararayos
	Seccionador Tripolar con Cuchilla de Puesta a Tierra

ANEXO B - CUADRO N° 2
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

MODULO DE SALIDA DE LINEA 138 kV- SIMPLE BARRA

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42.669	42.669	
1,2	Sec. de barras 170 kV 1250 A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	12.500	12.500	
1,3	Sec. de Línea con P.T. 145 kV 800A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	14.312	14.312	
1,4	T.C. 138 kV 300-600/1/1/1 A 60 VA 2(5P20), 30 VA .5	Und.	3	5.308	15.924	
1,5	T.T. Cap. 138:V3 / 0.1:V3 -0.1:V3 50/50 VA,CI 05/3P	Und.	3	5.800	17.400	
1,6	Tablero de protección de línea 138 kV	Cjto.	1	30.000	30.000	
1,7	Tablero de control y mando de línea 138 kV	Cjto.	1	21.000	21.000	
1,8	Pórticos y Barras	TM	3,8	1.700	6.460	
1,9	Cables de control y fuerza	Cjto.	1	12.000	12.000	
Subtotal 1- Suministro :						172.265
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	5.168	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	2.584	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						7.752
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	8.613	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		20,0%	34.453	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	25.840	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						68.906
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	8.613	8.613
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	3.445	3.445
TOTAL COSTO DIRECTO						260.982
	IMPREVISTOS	%		10,0%		26.098
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		17.743
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		15.241
TOTAL SIN IMPUESTOS						320.064
	ARANCELES			12,0%		20.672
TOTAL CON ARANCELES						340.736
	IGV			19,0%		64.740
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						405.476

ANEXO B - CUADRO N° 1
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

MODULO DE SALIDA DE LINEA 220 kV- SIMPLE BARRA

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND.</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNIT. US\$</i>	<i>COSTO PARCIAL US\$</i>	<i>SUBTOTAL US\$</i>
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Interruptor 250 kV 1250A 25 kA 950 kV (BIL)	Cjto.	1	85.000	85.000	
1,2	Sec. de barra 245 kV 1250 A	Cjto.	1	15.000	15.000	
1,3	Secc de Línea con P.T. 250 kV 2000 A 31,5 kA, 1175 kVp BIL	Cjto.	1	18.100	18.100	
1,4	T.C. 245 kV 800- 400/1/1/1 A 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	12.300	36.900	
1,5	T.T. Cap. 220:V3 / 0.1:V3 -0.1:V3 50 VA, 362 kV, 750 kV (BIL), CI. 0.5	Und.	3	15.000	45.000	
1,6	Tablero de protección de línea 220 kV	Cjto.	1	60.000	60.000	
1,7	Tablero de mando, Med., Protec. y señal 220 kV	Cjto.	1	30.000	30.000	
1,8	Pórticos y Barras	TM	5,7	1.700	9.690	
1,9	Cables de control y fuerza	Cjto.	1	20.000	20.000	
Subtotal 1- Suministro :						319.690
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	9.591	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	4.795	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						14.386
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	15.985	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		20,0%	63.938	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	47.954	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						127.876
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	15.985	15.985
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	6.394	6.394
TOTAL COSTO DIRECTO						484.330
	IMPREVISTOS	%		10,0%	48.433	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%	32.928	
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%	28.285	
TOTAL SIN IMPUESTOS						593.976
	ARANCELES			12,0%	38.363	
TOTAL CON ARANCELES						632.339
	IGV			19,0%	120.144	
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						752.483

ANEXO B - CUADRO N° 3
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

MODULO DE SALIDA DE LINEA 60 kV- SIMPLE BARRA

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND.</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNIT. US\$</i>	<i>COSTO PARCIAL US\$</i>	<i>SUBTOTAL US\$</i>
1,0 SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL						
1,1	Interruptor 72.5 kV 1250 A 31.5 kA 325 kV (BIL)	Cjto.	1	35.000	35.000	
1,2	Sec. de barras 72.5 kV 800A 325 kV (BIL)	Cjto.	1	6.925	6.925	
1,3	Sec. de Línea con P.T. 72.5 kV 800A 325 kV (BIL)	Cjto.	1	7.500	7.500	
1,4	T.C. 60 kV 600/5-5-5 A, MR 30 VA, 5P20 5P20, .5	Und.	3	4.463	13.389	
1,5	T.T. Cap. 66:V3 / 0.1:V3 -0.1:V3 50/50 VA,C1 05/3P	Und.	3	6.000	18.000	
1,6	Tablero de protección de línea 60 kV	Cjto.	1	30.000	30.000	
1,7	Tablero de control y mando de línea 60 kV	Cjto.	1	21.000	21.000	
1,8	Pórticos y Barras	TM	2,8	1.700	4.760	
1,9	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000	3.000	
Subtotal 1- Suministro :						139.574
2,0 TRANSPORTE Y SEGURO						
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	4.187	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	2.094	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						6.281
3,0 MONTAJE Y OBRAS CIVILES						
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	6.979	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		20,0%	27.915	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	20.936	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						55.830
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	6.979	6.979
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		1,0%	1.396	1.396
TOTAL COSTO DIRECTO						210.059
	IMPREVISTOS	%		10,0%	21.006	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%	14.097	
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%	12.258	
TOTAL SIN IMPUESTOS						257.419
	ARANCELES			12,0%	16.749	
TOTAL CON ARANCELES						274.168
	IGV			18,0%	49.350	
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						323.519

ANEXO B - CUADRO N° 4
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

LINEA DE TRANSMISION 220 kV S/T- Aleación de Al 240 mm2 (Costo/Km)
SIMPLE TERNA - ZONA COSTA

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND.</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNIT. US\$</i>	<i>COSTO PARCIAL US\$</i>	<i>SUBTOTAL US\$</i>
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Estructuras de Acero	TM	15	1.600	24.000	
1,2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	6.200	6.200	
1,3	Conductores AAAC 240 mm2	m	3.150	1,98	6.000	
1,4	Cable de guarda y puesta a tierra	Cjto.	1	3.000	3.000	
Subtotal 1- Suministro :						39.000
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		1,5%	585	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	585	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						1.000
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	1.950	
3,2	Montaje Electromecánico	%(1)		30%	12.000	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	5.850	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						20.000
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		1,5%	585	1.000
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		10,0%	3.900	3.900
TOTAL COSTO DIRECTO						65.000
	IMPREVISTOS	%		10,0%	6.500	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		15,0%	4.000	
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		8,0%	6.000	
TOTAL SIN IMPUESTOS						82.000
ARANCELES						5.000
TOTAL CON ARANCELES						87.000
IGV						17.000
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						104.000

ANEXO B - CUADRO N°5
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

LINEA DE TRANSMISION 138 kV S/T- Aleación de Al 120 mm2 (Costo/Km)

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Estructuras de Acero	TM	9,6	1.617	15.523	
1,2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	5.750	5.750	
1,3	Conductores	m	3150	1,02	3.213	
1,4	Cable y Sistema de puesta a tierra	Cjto.	1	2.310	2.310	
Subtotal 1- Suministro :						26.796
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	804	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	402	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						1.206
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	1.340	
3,2	Montaje Electromecánico	%(1)		30,0%	8.039	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	4.019	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						13.398
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	1.340	1.340
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		10,0%	2.680	2.680
TOTAL COSTO DIRECTO						45.419
	IMPREVISTOS	%		10,0%	4.542	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%	3.457	
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		8,0%	4.273	
TOTAL SIN IMPUESTOS						57.692
ARANCELES				12,0%		3.216
TOTAL CON ARANCELES						60.907
IGV				19,0%		11.572
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						72.479

ANEXO B - CUADRO N° 6
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

LINEA DE TRANSMISION 138 kV D/T- Aleación de Al 120 mm² (Costo/Km)

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND.</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNIT. US\$</i>	<i>COSTO PARCIAL US\$</i>	<i>SUBTOTAL US\$</i>
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Estructuras de Acero	TM	12,48	1.617	20.180	
1,2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	9.129	9.129	
1,3	Conductores	m	6300	1,02	6.426	
1,4	Cable y Sistema de puesta a tierra	Cjto.	1	2.730	2.730	
Subtotal 1- Suministro :						38.465
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	1.154	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	577	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						1.731
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	1.923	
3,2	Montaje Electromecánico	%(1)		30,0%	11.540	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	5.770	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						19.233
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	1.923	1.923
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		10,0%	3.847	3.847
TOTAL COSTO DIRECTO						65.198
	IMPREVISTOS	%		10,0%		6.520
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		4.962
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		8,0%		6.134
TOTAL SIN IMPUESTOS						82.815
	ARANCELES			12,0%		4.616
TOTAL CON ARANCELES						87.430
	IGV			19,0%		16.612
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						104.042

ANEXO B - CUADRO N° 7
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

LINEA DE TRANSMISION 60 kV ST- Aleación de Al 240 mm² (Costo/Km)

<i>ITEM</i>	<i>DESCRIPCION</i>	<i>UND.</i>	<i>CANT.</i>	<i>COSTO UNIT. US\$</i>	<i>COSTO PARCIAL US\$</i>	<i>SUBTOTAL US\$</i>
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Estructuras de Acero	TM	5	1.617	8.085	
1,2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	1.705	1.705	
1,3	Conductores	m	3150	1,98	6.237	
1,4	Cable de guarda y puesta a tierra	Cjto.	1	2.310	2.310	
Subtotal 1- Suministro :						18.337
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	550	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	275	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						825
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	917	
3,2	Montaje Electromecánico	%(1)		30,0%	5.501	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	2.751	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						9.169
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	%(1)		5,0%	917	917
5,0	OBRAS PRELIMINARES	%(1)		10,0%	1.834	1.834
TOTAL COSTO DIRECTO						31.081
	IMPREVISTOS	%		10,0%		3.108
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		2.365
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		8,0%		2.924
TOTAL SIN IMPUESTOS						39.479
	ARANCELES			12,0%		2.200
TOTAL CON ARANCELES						41.680
	IGV			19,0%		7.919
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						49.599

ANEXO B - CUADRO N° 8
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

LINEA DE TRANSMISION 60 kV DT- Aleación de Al 240 mm2 (Costo/Km)

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Estructuras de Acero	TM	7	1.617	11.319	
1,2	Aisladores y ferreteria	Cjto.	1	3.410	3.410	
1,3	Conductores	m	6300	1,98	12.474	
1,4	Cable de guarda y puesta a tierra	Cjto.	1	2.310	2.310	
Subtotal 1- Suministro :						29.513
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	885	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	443	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						1.328
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	1.476	
3,2	Montaje Electromecánico	%(1)		30,0%	8.854	
3,3	Obras Civiles	%(1)		15,0%	4.427	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						14.757
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	1.476	1.476
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		10,0%	2.951	2.951
TOTAL COSTO DIRECTO						50.025
	IMPREVISTOS	%		10,0%		5.002
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		3.807
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		8,0%		4.707
TOTAL SIN IMPUESTOS						63.541
	ARANCELES			12,0%		3.542
TOTAL CON ARANCELES						67.082
	IGV			19,0%		12.746
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						79.828

Celda Típica para Subestación de Transmisión

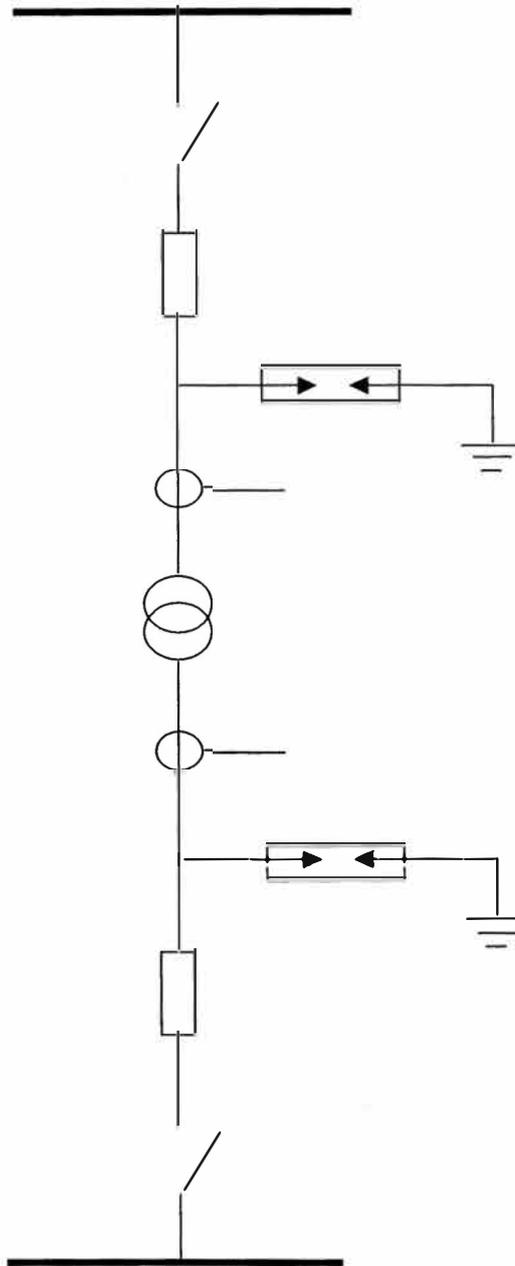


Diagrama 2.2

LEYENDA

	Seccionador Tripolar
	Interruptor Tripolar de Potencia
	Transformador de Corriente
	Transformador de Potencia
	Pararrayos

ANEXO B - CUADRO N° 9
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

SUBESTACION 220/138/10 kV 50 MVA MODULO BASICO
SEPANU

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO	
					PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Transformador de Potencia 220/138/10 kV 50 MVA	Und.	1	475.591	475.591	
1,2	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42.669	42.669	
1,3	T.C. 145 kV 600/5-5-5A MR 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	5.308	15.923	
1,4	Interruptor 250 kV 1250A 25 kA 950 kV (BIL)	Cjto.	1	85.000	85.000	
1,5	Sec. de barra 245 kV 1250 A	Cjto.	1	15.000	15.000	
1,6	T.C. 245 kV 800- 400/1/1/1 A 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	12.300	36.900	
1,7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador 2	Cjto.	1	78.000	78.000	
1,8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000	3.000	
1,9	Pórticos y Barras	TM	6	1.700	10.200	
2,0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14.000	14.000	
2,1	Tableros de Servicios Auxiliares AC /DC	Cjto.	1	18.000	18.000	
1,10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20.000	20.000	
Subtotal 1- Suministro :						814.283
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	24.429	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	12.214	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						36.643
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	40.714	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		15,0%	122.143	
3,3	Obras Civiles	%(1)		28,0%	227.999	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						390.856
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	40.714	40.714
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	16.286	16.286
TOTAL COSTO DIRECTO						1.298.782
	IMPREVISTOS	%		10,0%		129.878
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		85.500
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		71.433
TOTAL SIN IMPUESTOS						1.585.593
	ARANCELES			12,0%		97.714
TOTAL CON ARANCELES						1.683.307
	IGV			19,0%		319.828
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						2.003.135

ANEXO B - CUADRO N° 10
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

SUBESTACION 220/60/10 kV 50 MVA MODULO BASICO
SEPANU

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Transformador de Potencia 220/60/10 kV 50 MVA	Und.	1	435.000	435.000	
1,2	Interruptor 72.5 kV 1250 A 31.5 kA 325 kV (BIL)	Cjto.	1	35.000	35.000	
1,3	T.C. 60 kV 600/5-5-5 A, MR 30 VA, 5P20 5P20, .5	Und.	3	4.463	13.389	
1,4	Interruptor 250 kV 1250A 25 kA 950 kV (BIL)	Cjto.	1	85.000	85.000	
1,5	Sec. de barra 245 kV 1250 A	Cjto.	1	15.000	15.000	
1,6	T.C. 245 kV 800- 400/1/1/1 A 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	12.300	36.900	
1,7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador 60 kV	Cjto.	1	60.000	60.000	
1,8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000	3.000	
1,9	Pórticos y Barras	TM	6	1.700	10.200	
2,0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14.000	14.000	
2,1	Tableros de Servicios Auxiliares AC/DC	Cjto.	1	18.000	18.000	
1,10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20.000	20.000	
Subtotal 1- Suministro :						745.489
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	22.365	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	11.182	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						33.547
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	37.274	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		15,0%	111.823	
3,3	Obras Civiles	%(1)		28,0%	208.737	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						357.835
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	37.274	37.274
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	14.910	14.910
TOTAL COSTO DIRECTO						1.189.055
	IMPREVISTOS	%		10,0%		118.905
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		78.276
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		65.398
TOTAL SIN IMPUESTOS						1.451.635
	ARANCELES			12,0%		89.459
TOTAL CON ARANCELES						1.541.093
	IGV			19,0%		292.808
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						1.833.901

ANEXO B - CUADRO N° 11
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

SUBESTACION 220/13.8 kV 28 MVA MODULO BASICO
SEPAEX

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Transformador de Potencia 220/13.8 kV 25 MVA	Und.	1	255.000	255.000	
1,2	Interruptor 13.8 kV 2000 A 31.5 kA 95 kV (BIL)	Cjto.	1	12.500	12.500	
1,3	T.C. 10 kV 1200/5-5-5 50 VA 2(SP 20)	Und.	3	850	2.550	
1,4	Interruptor 250 kV 1250A 25 kA 950 kV (BIL)	Cjto.	1	85.000	85.000	
1,5	Sec. de barra 245 kV 1250 A	Cjto.	1	15.000	15.000	
1,6	T.C. 245 kV 800- 400/1/1/1 A 30 VA 5P20 5P20 .5	Und.	3	12.300	36.900	
1,7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador 138 kV	Cjto.	1	50.000	50.000	
1,8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000	3.000	
1,9	Pórticos y Barras	TM	6	1.700	10.200	
2,0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14.000	14.000	
2,1	Tableros de Servicios Auxiliares AC /DC	Cjto.	1	18.000	18.000	
1,10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20.000	20.000	
Subtotal 1- Suministro :						522.150
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	15.665	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	7.832	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						23.497
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	26.108	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		15,0%	78.323	
3,3	Obras Civiles	%(1)		28,0%	146.202	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						250.632
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	26.108	26.108
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	10.443	10.443
TOTAL COSTO DIRECTO						832.829
	IMPREVISTOS	%		10,0%		83.283
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		54.826
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		45.806
TOTAL SIN IMPUESTOS						1.016.744
	ARANCELES			12,0%		62.658
TOTAL CON ARANCELES						1.079.402
	IGV			19,0%		205.086
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						1.284.488

ANEXO B - CUADRO N° 12
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

SUBESTACION 138/13.8 kV 28 MVA MODULO BASICO
SEPAEX

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL		SUBTOTAL US\$
					US\$	US\$	
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL						
1,1	Transformador de Potencia 138/13.8 kV 28 MVA	Und.	1	204.870		204.870	
1,2	Interruptor 13.8 kV 2000 A 31.5 kA 95 kV (BIL)	Cjto.	1	12.500		12.500	
1,3	T.C. 10 kV 1200/5-5--5 50 VA 2(5P 20)	Und.	3	850		2.550	
1,4	Interruptor 145 kV 800A 31.5 kA 450 kV (BIL)	Cjto.	1	42.669		42.669	
1,5	Sec. de barras 170 kV 1250 A 650 kV (BIL)	Cjto.	1	12.500		12.500	
1,6	T.C. 138 kV 300-600/1/1/1 A 60 VA 2(5P20), 30 VA .5	Und.	3	5.308		15.924	
1,7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador	Cjto.	1	50.000		50.000	
1,8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000		3.000	
1,9	Pórticos y Barras	TM	6	1.700		10.200	
2,0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14.000		14.000	
2,1	Tableros de Servicios Auxiliares AC/DC	Cjto.	1	18.000		18.000	
1,10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20.000		20.000	
Subtotal 1- Suministro :							406.213
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO						
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%		12.186	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%		6.093	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :							18.280
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES						
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%		20.311	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		15,0%		60.932	
3,3	Obras Civiles	%(1)		28,0%		113.740	
Subtotal 3: Montaje y O.C.							194.982
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%		20.311	20.311
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%		8.124	8.124
TOTAL COSTO DIRECTO							647.910
	IMPREVISTOS	%		10,0%		64.791	
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		42.652	
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		35.635	
TOTAL SIN IMPUESTOS							790.989
	ARANCELES			12,0%		48.746	
TOTAL CON ARANCELES							839.734
	IGV			19,0%		159.549	
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES							999.284

ANEXO B - CUADRO N° 13
ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
ANALISIS DE COSTOS DE INVERSION

SUBESTACION 60/13.8 kV 28 MVA MODULO BASICO
SEPAEX

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	COSTO UNIT. US\$	COSTO PARCIAL US\$	SUBTOTAL US\$
1,0	SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO PRINCIPAL					
1,1	Transformador de Potencia 60/13.8 kV 25 MVA	Und.	1	174.000	174.000	
1,2	Interruptor 13.8 kV 2000 A 31.5 kA 95 kV (BIL)	Cjto.	1	12.500	12.500	
1,3	T.C. 10 kV 1200/5-5--5 50 VA 2(5P 20)	Und.	3	850	2.550	
1,4	Interruptor 72.5 kV 1250 A 31.5 kA 325 kV (BIL)	Cjto.	1	35.000	35.000	
1,5	Sec. de barras 72.5 kV 800A 325 kV (BIL)	Cjto.	1	6.925	6.925	
1,6	T.C. 60 kV 600/5-5-5 A, MR 30 VA, 5P20 5P20, .5	Und.	3	4.463	13.389	
1,7	Tablero de Mando, Señal., Medición y Prot. de Transformador 138 kV	Cjto.	1	50.000	50.000	
1,8	Sistema de cables y ductos	Cjto.	1	3.000	3.000	
1,9	Pórticos y Barras	TM	6	1.700	10.200	
2,0	Banco y Cargador de Bat. 220 Vcc 75 Amp-Hr.	Cjto.	1	14.000	14.000	
2,1	Tableros de Servicios Auxiliares AC /DC	Cjto.	1	18.000	18.000	
1,10	Cerco Perimétrico de subestación	Cjto.	1	20.000	20.000	
Subtotal 1- Suministro :						359.564
2,0	TRANSPORTE Y SEGURO					
2,1	Transporte hasta obra	%(1)		3,0%	10.787	
2,2	Seguro hasta obra	%(1)		1,5%	5.393	
Subtotal 2 - Transporte y Seguro :						16.180
3,0	MONTAJE Y OBRAS CIVILES					
3,1	Materiales menores	%(1)		5,0%	17.978	
3,2	Montaje Electromecánico y Telec.	%(1)		15,0%	53.935	
3,3	Obras Civiles	%(1)		28,0%	100.678	
Subtotal 3: Montaje y O.C.						172.591
4,0	INGENIERIA DE DETALLE	% (1)		5,0%	17.978	17.978
5,0	OBRAS PRELIMINARES	% (1)		2,0%	7.191	7.191
TOTAL COSTO DIRECTO						573.504
	IMPREVISTOS	%		10,0%		57.350
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	%		20,0%		37.754
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION	%		5,0%		31.543
TOTAL SIN IMPUESTOS						700.152
	ARANCELES			12,0%		43.148
TOTAL CON ARANCELES						743.299
	IGV			19,0%		141.227
TOTAL CON IMPUESTOS Y ARANCELES						884.526

ANEXO C
Evaluación de Alternativas para el Sistema de Transmisión
Económicamente Adaptado

Anexo C

Cuadro N° 1
Definición del Sistema Económicamente Adaptado
Evaluación Técnica de Pérdidas en Área Operativa Cahua

Descripción	Alternativa 1, Config. Radial, DT 60 kV	Alternativa 2, Config. Anillo 138 kV	Alternativa 3, Config. Radial, DT 138 kV	Alternativa 4, Config. Radial, ST 138 kV	Alternativa 5, Config. Actual, 138 kV	Alternativa 6, Config. Radial, ST 220 kV
Inversión, miles US\$	10.638	13.287	11.973	9.957	12.847	11.933
Costo de O&M, miles US\$	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
Datos de Pérdidas						
Potencia, MW	2,20	0,62	0,76	1,24	1,30	0,19
Meses	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Factor de Pérdidas	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Pérdidas de Energía, GWh	15,21	4,29	5,25	8,57	8,99	1,31
Valor de Pérdidas, miles US\$						
Potencia	102,5	28,9	35,4	57,8	60,6	8,9
Energía	250,3	70,5	86,5	141,1	147,9	21,6
Total de Pérdidas	352,8	99,4	121,9	198,8	208,5	30,5

Notas:

- (1) Los datos de pérdidas corresponden a flujos de carga de las alternativas
- (2) Los valores de pérdidas se calculan en base a la Fijación Tarifaria Nov. 2004 para SEPANU
- (3) El factor de pérdidas se ha obtenido de los diagramas de generación de Cahua

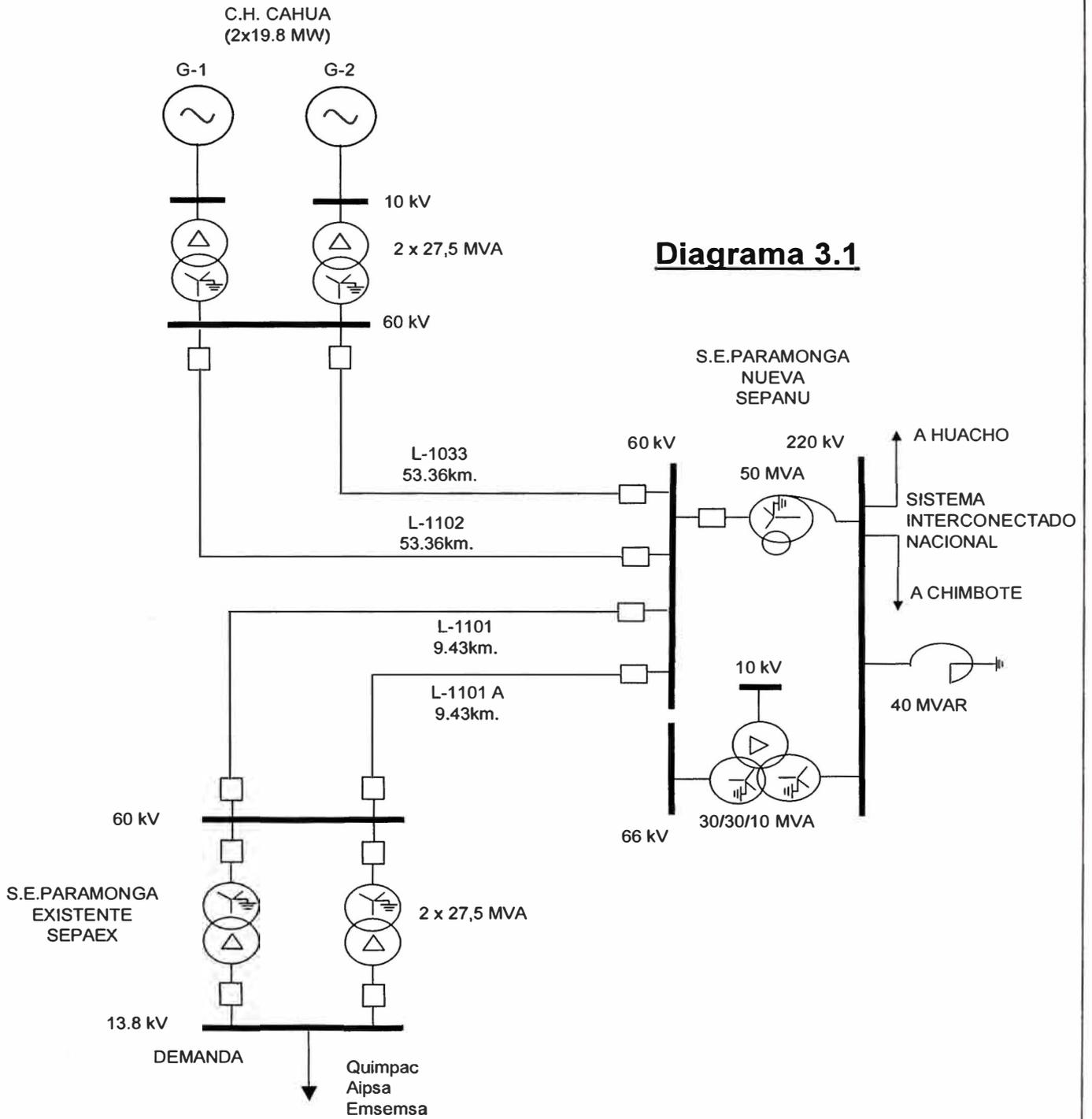
Precios de Barra - SEPANU

Potencia	64,7 US\$/kW-año
Ponderado de Energía	16,5
Energía HP	0,036 US\$/kWh
Energía HFP	0,027 US\$/kWh

Resumen de Resultados para el STEA
Valor Presente de las Alternativas miles US\$

Alternativa	Inversion	Costos de Perdidas y O&M	Valor Presente Total
Alternativa 1, Config. Radial, DT 60 kV	10.638	4.833	15.471
Alternativa 2, Config. Anillo 138 kV	13.287	3.371	16.658
Alternativa 3, Config. Radial, DT 138 kV	11.973	3.290	15.263
Alternativa 4, Config. Radial, ST 138 kV	9.957	3.497	13.455
Alternativa 5, Config. Actual, 138 kV	12.847	4.137	16.984
Alternativa 6, Config. Radial, ST 220 kV	11.933	2.568	14.501

ALTERNATIVA 1 - CONFIGURACION RADIAL - DT- 60 kV



Anexo C

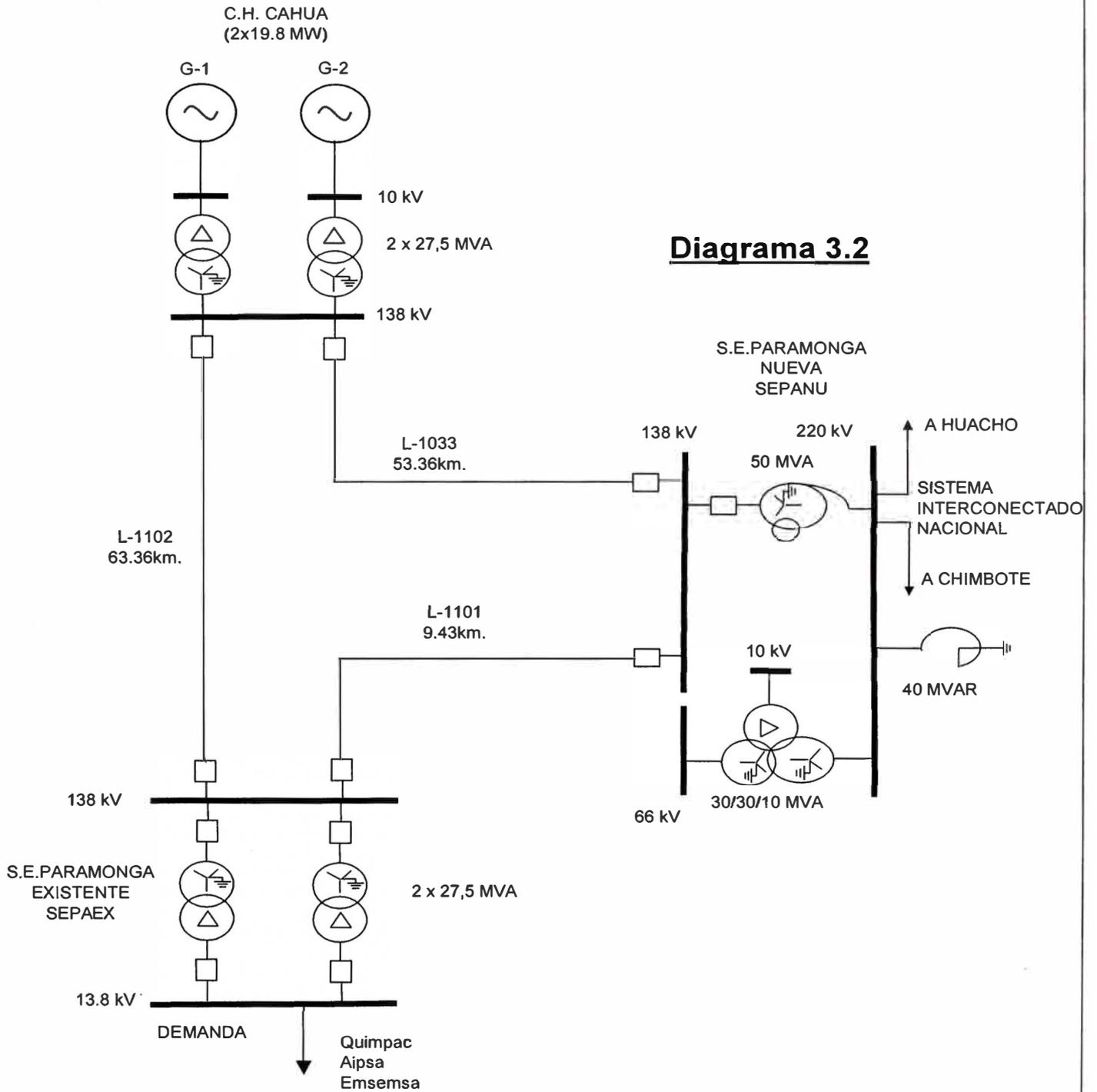
Cuadro N° 2.1
Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.
Costos Totales de Inversion - Alternativa 1
Configuración Radial en 60 kV (DT Cahua - SEPANU y DT SEPANU - SEPAEX)

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
A Líneas de Transmision					
a	Línea 60 kV doble terna, 240 mm	km	59,70	67.082	4.004.823
b	Celdas de 60 kV	Módulo	8,00	274.168	2.193.346
Sub-TOTAL US\$					6.198.169
B Subestacion de Transformación 220/60 kV, 1X50 MVA (SEPANU)					
a	Transformacion MAT/AT	Módulo	1,00	1.541.093	1.541.093
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	274.168	0
Sub-TOTAL US\$					1.541.093
C Subestacion de Transformación 60/13.8 kV, 2X28 MVA (SEPAEX)					
a	Transformacion AT/MT	Módulo	2,00	743.299	1.486.598
b	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	274.168	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.486.598
D Subestacion de Transformación 60/0 kV, 2X28 MVA (CAHUA)					
a	Transformacion AT/MT	Módulo	2,00	706.134	1.412.269
b	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	274.168	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					1.412.269
TOTAL US\$					10.638.130

Cuadro N° 2.2
Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.
Costo Anual de Inversion - Alternativa 1
Configuración Radial en 60 kV (DT Cahua - SEPANU y DT SEPANU - SEPAEX)

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
A Líneas de Transmision						
a	Línea 60 kV doble terna, 240 mm	km	59,70	497.173	100.121	597.294
b	Celdas de 60 kV	Módulo	8,00	272.290	54.834	327.124
Sub-TOTAL US\$/año				769.463	154.954	924.418
B Subestacion de Transformación 220/60 kV, 1X50 MVA (SEPANU)						
a	Transformacion MAT/AT	Módulo	1,00	191.317	38.527	229.844
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				191.317	38.527	229.844
C Subestacion de Transformación 60/13.8 kV, 2X28 MVA (SEPAEX)						
a	Transformacion AT/MT	Módulo	2,00	184.552	37.165	221.717
b	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				184.552	37.165	221.717
D Subestacion de Transformación 60/0 kV, 2X28 MVA (CAHUA)						
a	Transformacion AT/MT	Módulo	2,00	175.324	35.307	210.631
b	Celdas de 60 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				175.324	35.307	210.631
TOTAL US\$/año				1.320.656	265.953	1.586.610

ALTERNATIVA 2 - CONFIGURACION ANILLO - 138 kV



Anexo C

Cuadro N° 3.1
Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.
Costos Totales de Inversion - Alternativa 2
Configuración Anillo en 138 kV

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
A Líneas de Transmision					
a	Línea 138 kV doble terna	km	29,80	87.430	2.605.425
b	Línea 138 kV simple terna	km	60,40	60.907	3.678.786
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	340.736	2.044.418
Sub-TOTAL US\$					8.328.628
B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)					
a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	1.683.307	1.683.307
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
Sub-TOTAL US\$					1.683.307
C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)					
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	839.734	1.679.468
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.679.468
D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)					
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	797.747	1.595.495
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					1.595.495
TOTAL US\$					13.28 6.899

Cuadro N° 3.2
Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.
Costo Anual de Inversion - Alternativa 2
Configuración Anillo en 138 kV

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
A Líneas de Transmision						
a	Línea 138 kV doble terna	km	29,80	323.447	65.136	388.583
b	Línea 138 kV simple terna	km	60,40	456.698	137.219	593.917
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	253.801	52.423	306.224
Sub-TOTAL US\$/año				1.033.946	254.777	1.288.724
B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)						
a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	208.972	47.738	256.710
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.972	47.738	256.710
C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)						
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	208.495	55.207	263.703
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.495	55.207	263.703
D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)						
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	198.071	39.887	237.958
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				198.071	39.887	237.958
TOTAL US\$/año				1.649.484	397.610	2.047.094

ALTERNATIVA 3 - CONFIGURACION RADIAL - DT - 138 kV

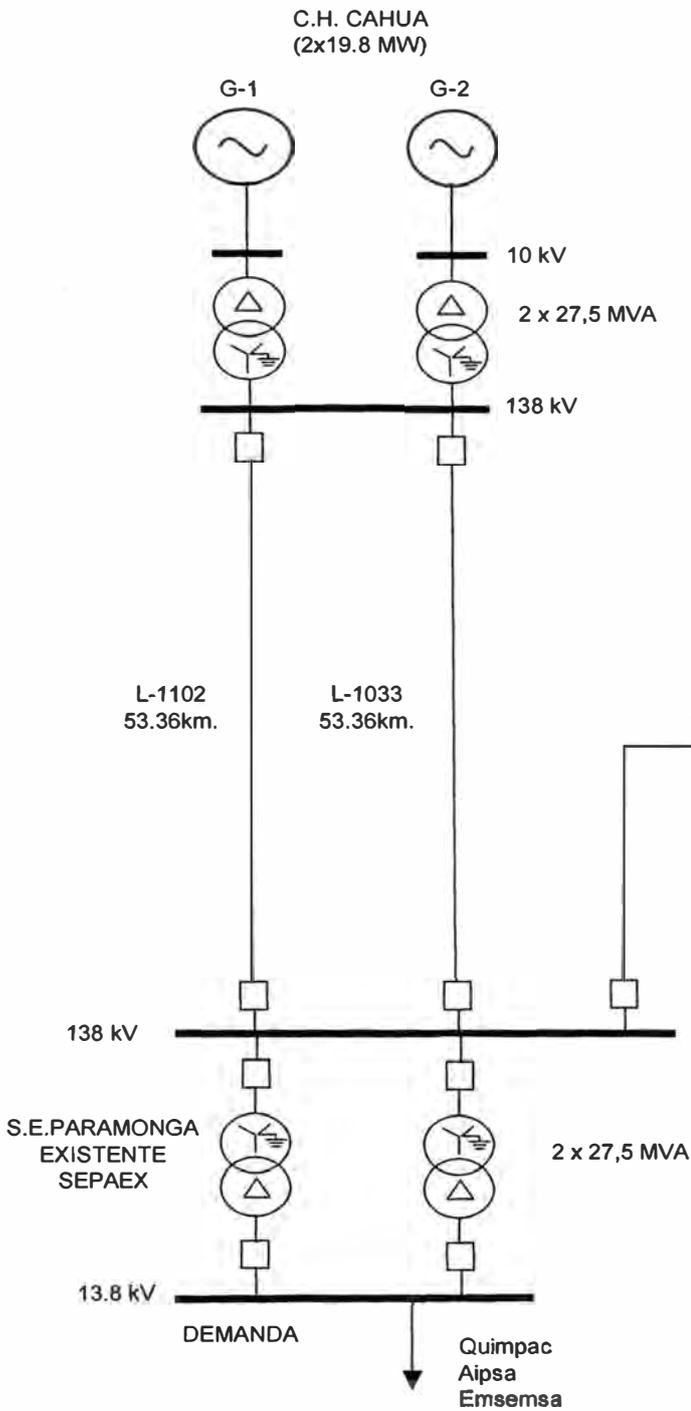
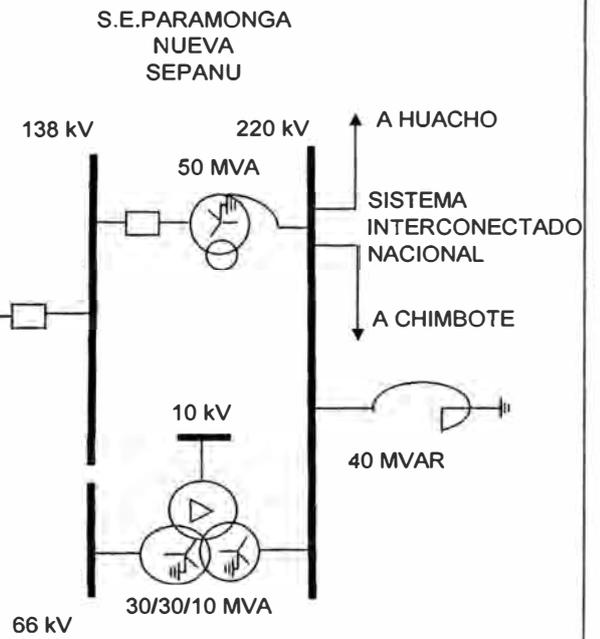


Diagrama 3.3



Anexo C

Cuadro N° 4.1

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Alternativa 3

Configuración en 138 kV - DT Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
------	-------------	----------	----------	----------------------	----------------------

A Líneas de Transmision

a	Línea 138 kV doble terna	km	50,30	87.430	4.397.748
b	Línea 138 kV simple terna	km	9,40	60.907	572.526
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	340.736	2.044.418
Sub-TOTAL US\$					7.014.692

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	1.683.307	1.683.307
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
Sub-TOTAL US\$					1.683.307

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	839.734	1.679.468
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.679.468

D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	797.747	1.595.495
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					1.595.495

TOTAL US\$ 11.97 296,2

Cuadro N° 4.2

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costo Anual de Inversion - Alternativa 3

Configuración en 138 kV - DT Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
------	-------------	----------	----------	---------------------	---------------	----------------

A Líneas de Transmision

a	Línea 138 kV doble terna	km	50,30	545.953	109.944	655.896
b	Línea 138 kV simple terna	km	9,40	71.075	21.355	92.431
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	253.801	52.423	306.224
Sub-TOTAL US\$/año				870.830	183.722	1.054.551

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	208.972	47.738	256.710
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.972	47.738	256.710

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	208.495	55.207	263.703
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.495	55.207	263.703

D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	198.071	39.887	237.958
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				198.071	39.887	237.958

TOTAL US\$/año 1.486.367 326.554 1.812.922

ALTERNATIVA 4 - CONFIGURACION RADIAL - ST - 138 kV

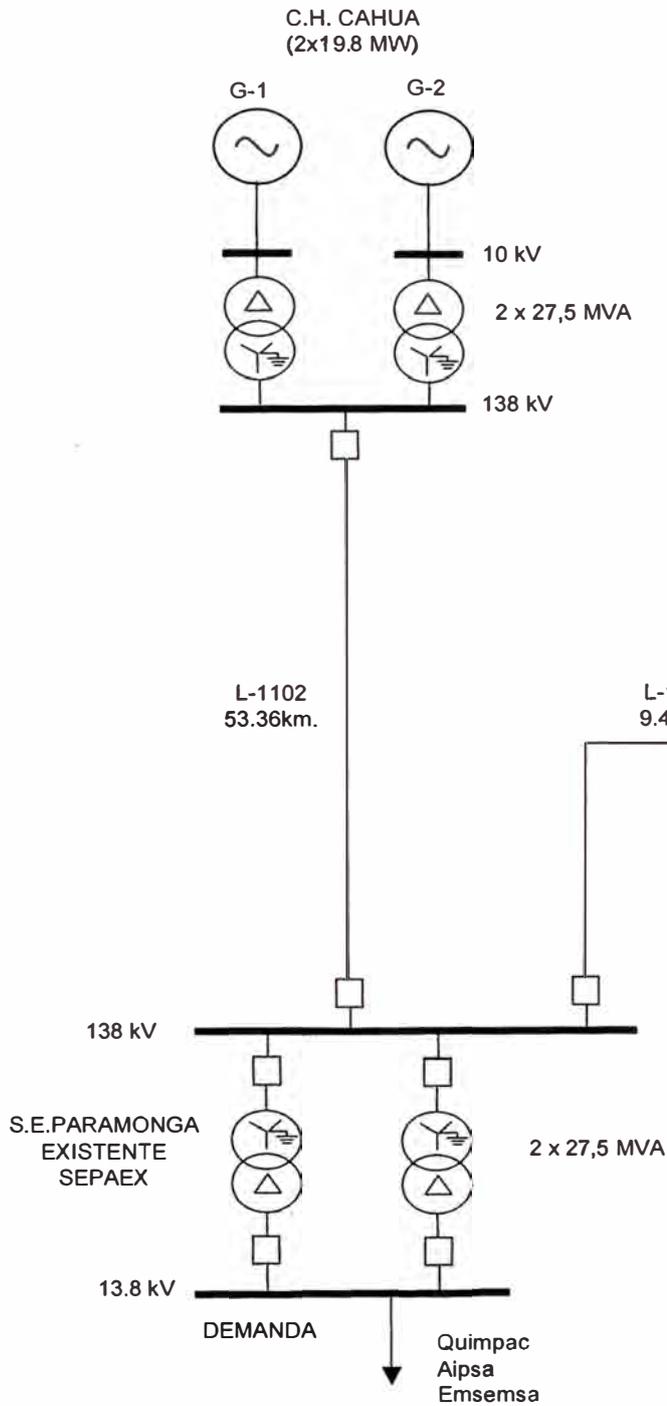
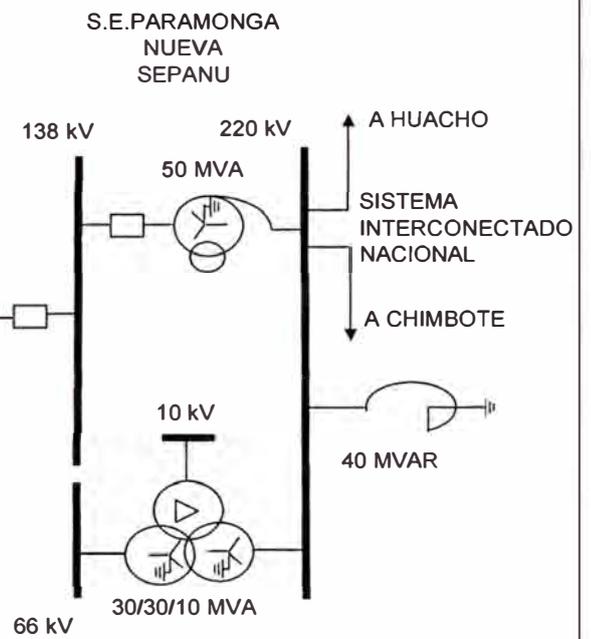


Diagrama 3.4



Anexo C

Cuadro N° 5.1

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Alternativa 4

Configuración Radial en 138 kV - ST Cahua - SEPANU y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
------	-------------	----------	----------	----------------------	----------------------

A Líneas de Transmision

a	Linea 138 kV simple terna	km	50,30	60.907	3.063.624
b	Linea 138 kV simple terna	km	9,40	60.907	572.526
c	Celdas de 138 kV	Módulo	4,00	340.736	1.362.945
Sub-TOTAL US\$					4.999.096

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	1.683.307	1.683.307
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
Sub-TOTAL US\$					1.683.307

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	839.734	1.679.468
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.679.468

D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	797.747	1.595.495
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					1.595.495

TOTAL US\$ 9.957.366

Cuadro N° 5.2

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costo Anual de Inversion - Alternativa 4

Configuración Radial en 138 kV - ST Cahua - SEPANU y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
------	-------------	----------	----------	---------------------	---------------	----------------

A Líneas de Transmision

a	Linea 138 kV simple terna	km	50,30	380.330	114.273	494.603
b	Linea 138 kV simple terna	km	9,40	71.075	21.355	92.431
c	Celdas de 138 kV	Módulo	4,00	169.201	34.949	204.150
Sub-TOTAL US\$/año				620.606	170.577	791.183

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	208.972	47.738	256.710
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.972	47.738	256.710

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	208.495	55.207	263.703
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.495	55.207	263.703

D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	198.071	39.887	237.958
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				198.071	39.887	237.958

TOTAL US\$/año 1.236.144 313.410 1.549.553

ALTERNATIVA 5 - CONFIGURACION ACTUAL - 138 kV

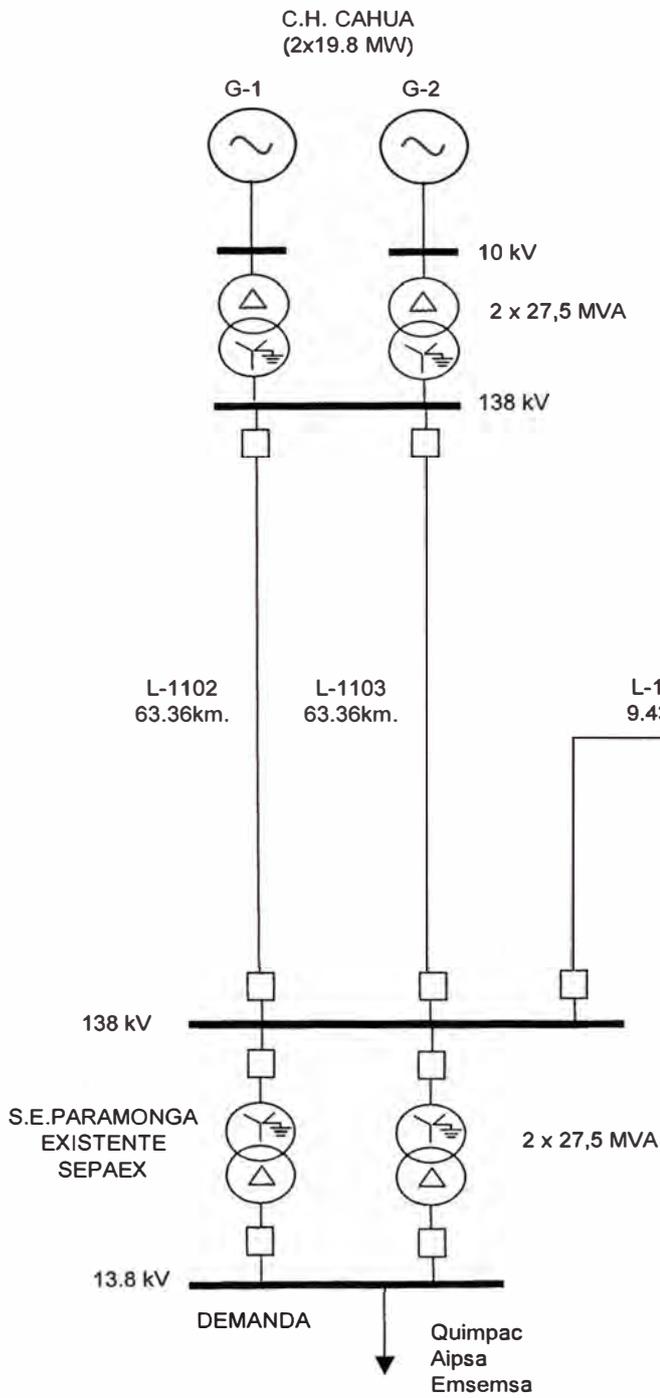
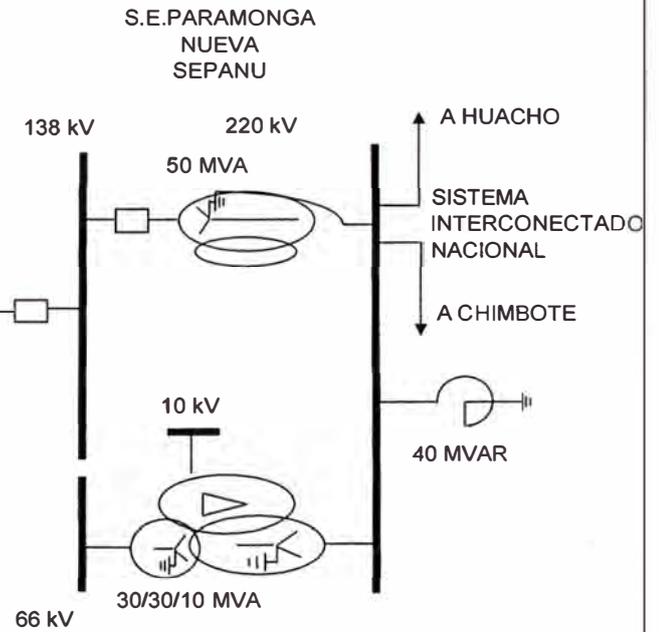


Diagrama 3.5



Anexo C

Cuadro N° 6.1

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Alternativa 5

Configuración Actual en 138 kV - DT Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
A Líneas de Transmision					
a	Línea 138 kV doble terna	km	60,30	87.430	5.272.052
b	Línea 138 kV simple terna	km	9,40	60.907	572.526
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	340.736	2.044.418
Sub-TOTAL US\$					7.888.996
B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)					
a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	1.683.307	1.683.307
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
Sub-TOTAL US\$					1.683.307
C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)					
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	839.734	1.679.468
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.679.468
D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)					
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	797.747	1.595.495
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					1.595.495
TOTAL US\$					12.847.266

Cuadro N° 6.2

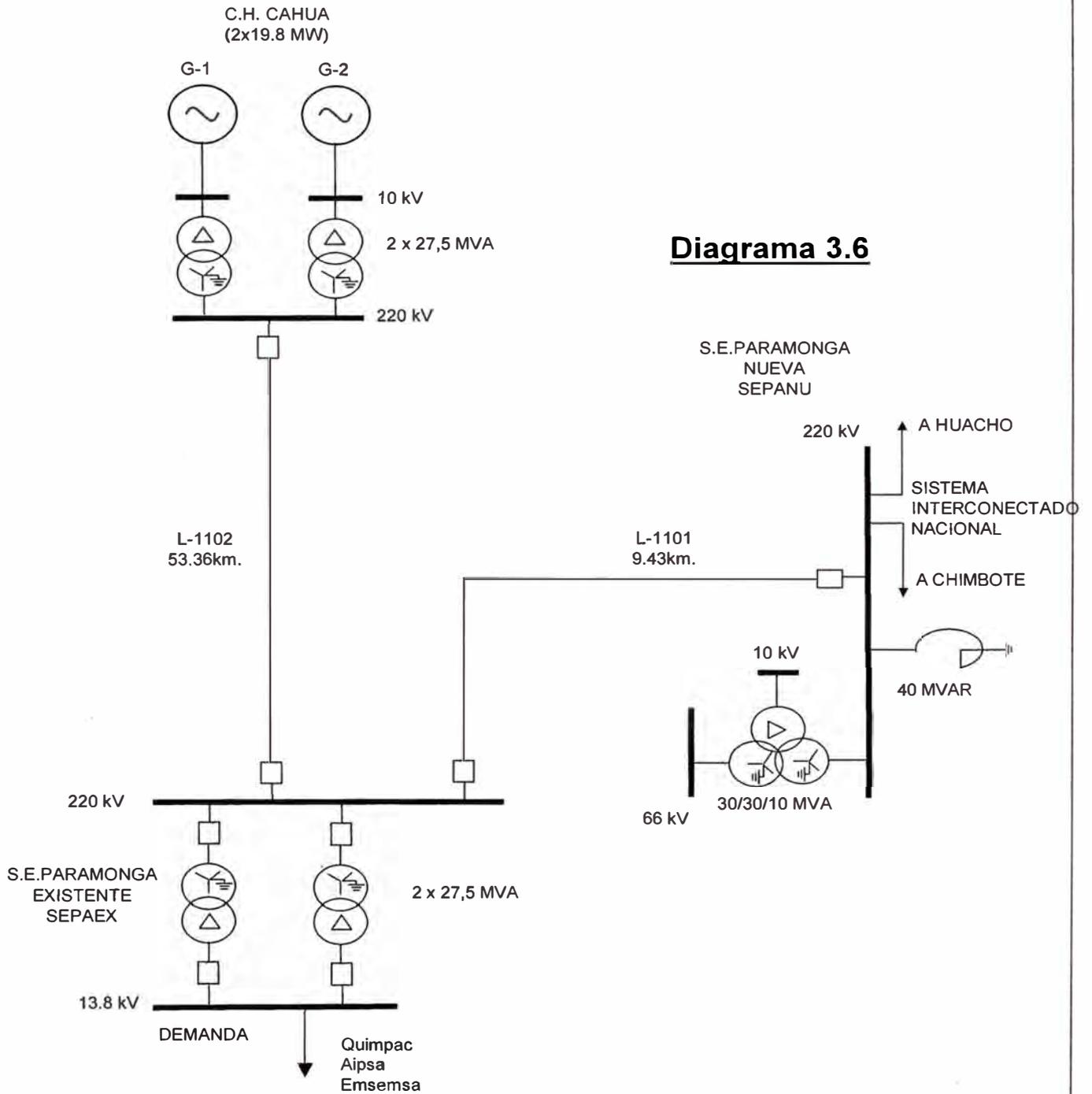
Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costo Anual de Inversion - Alternativa 5

Configuración Actual en 138 kV - DT Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
A Líneas de Transmision						
a	Línea 138 kV doble terna	km	60,30	654.492	131.801	786.293
b	Línea 138 kV simple terna	km	9,40	71.075	21.355	92.431
c	Celdas de 138 kV	Módulo	6,00	253.801	52.423	306.224
Sub-TOTAL US\$/año				979.369	205.579	1.184.948
B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)						
a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	208.972	47.738	256.710
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.972	47.738	256.710
C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)						
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	208.495	55.207	263.703
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.495	55.207	263.703
D Subestacion de Transformación 138/10 kV, 2x28 MVA (CAHUA)						
a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	198.071	39.887	237.958
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				198.071	39.887	237.958
TOTAL US\$/año				1.594.907	348.412	1.943.319

ALTERNATIVA 6 - CONFIGURACION RADIAL - ST- 220 kV



Anexo C

Cuadro N° 7.1

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Alternativa 6

Configuración Radial en 220 kV - ST Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
------	-------------	----------	----------	----------------------	----------------------

A Líneas de Transmision

a	Línea 220 kV simple terna	km	50,30	87.000	4.376.100
b	Línea 220 kV simple terna	km	9,40	87.000	817.800
c	Celdas de 220 kV	Módulo	4,00	632.339	2.529.355
Sub-TOTAL US\$					7.723.255

3 Subestacion de Transformación 220/13.8 kV, 2x25 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	1.079.402	2.158.803
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					2.158.803

B Subestacion de Transformación 220/10 kV, 2x25 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	1.025.431	2.050.863
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	82.250	0
Sub-TOTAL US\$					2.050.863

TOTAL US\$ 11.932.921

Cuadro N° 7.2

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costo Anual de Inversion - Alternativa 6

Configuración Radial en 220 kV - ST Cahua - SEPAEX y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
------	-------------	----------	----------	---------------------	---------------	----------------

A Líneas de Transmision

a	Línea 220 kV simple terna	km	50,30	543.265	109.403	652.668
b	Línea 220 kV simple terna	km	9,40	101.525	20.445	121.970
c	Celdas de 220 kV	Módulo	4,00	314.003	63.234	377.237
Sub-TOTAL US\$/año				958.793	193.081	1.151.875

3 Subestacion de Transformación 220/13.8 kV, 2x25 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	268.002	53.970	321.972
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				268.002	53.970	321.972

B Subestacion de Transformación 220/10 kV, 2x25 MVA (CAHUA)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	254.602	51.272	305.873
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 10 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				254.602	51.272	305.873

TOTAL US\$/año 1.481.396 298.323 1.779.720

Anexo C - Cuadro N° 8

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 1, Config. Radial, DT 60 kV

Años	Inversión	CO&M	Pérdidas de Energía	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	10.638,1	266,0	352,8	-	11256,8
1	-	266,0	352,8	-	618,7
2	-	266,0	352,8	-	618,7
3	-	266,0	352,8	-	618,7
4	-	266,0	352,8	-	618,7
5	-	266,0	352,8	-	618,7
6	-	266,0	352,8	-	618,7
7	-	266,0	352,8	-	618,7
8	-	266,0	352,8	-	618,7
9	-	266,0	352,8	-	618,7
10	-	266,0	352,8	-	618,7
11	-	266,0	352,8	-	618,7
12	-	266,0	352,8	-	618,7
13	-	266,0	352,8	-	618,7
14	-	266,0	352,8	-	618,7
15	-	266,0	352,8	-	618,7
Valor Actual	10.638,1	2.077,3	2.755,4	-	15.470,8

Tasa de descuento 12,0%

Valor Presente 15.470,8 miles de US\$

Anexo C - Cuadro N° 9

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 2, Config. Anillo 138 kV

Años	Inversión	CO&M	Pérdidas de Energía	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	13.286,9	332,2	99,4	-	13.718,5
1	-	332,2	99,4	-	431,6
2	-	332,2	99,4	-	431,6
3	-	332,2	99,4	-	431,6
4	-	332,2	99,4	-	431,6
5	-	332,2	99,4	-	431,6
6	-	332,2	99,4	-	431,6
7	-	332,2	99,4	-	431,6
8	-	332,2	99,4	-	431,6
9	-	332,2	99,4	-	431,6
10	-	332,2	99,4	-	431,6
11	-	332,2	99,4	-	431,6
12	-	332,2	99,4	-	431,6
13	-	332,2	99,4	-	431,6
14	-	332,2	99,4	-	431,6
15	-	332,2	99,4	-	431,6
Valor Actual	13.286,9	2.594,6	776,5	-	16.658,0

Tasa de descuento

12,0%

Valor Presente

16.658,0 miles de US\$

Anexo C - Cuadro N° 10

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 3, Config. Radial, DT 138 kV

Años	Inversión	CO&M	Total Costos	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	11.973,0	299,3	121,9	-	12394,1
1	-	299,3	121,9	-	421,2
2	-	299,3	121,9	-	421,2
3	-	299,3	121,9	-	421,2
4	-	299,3	121,9	-	421,2
5	-	299,3	121,9	-	421,2
6	-	299,3	121,9	-	421,2
7	-	299,3	121,9	-	421,2
8	-	299,3	121,9	-	421,2
9	-	299,3	121,9	-	421,2
10	-	299,3	121,9	-	421,2
11	-	299,3	121,9	-	421,2
12	-	299,3	121,9	-	421,2
13	-	299,3	121,9	-	421,2
14	-	299,3	121,9	-	421,2
15	-	299,3	121,9	-	421,2
Valor Actual	11.973,0	2.338,0	951,9	-	15.262,8

Tasa de descuento

12,0%

Valor Presente

15.262,8 miles de US\$

Anexo 3 - Cuadro N° 11

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 4, Config. Radial, ST 138 kV

Años	Inversión	CO&M	Total Costos	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	9.957,4	248,9	198,8	-	10.405,1
1	-	248,9	198,8	-	447,8
2	-	248,9	198,8	-	447,8
3	-	248,9	198,8	-	447,8
4	-	248,9	198,8	-	447,8
5	-	248,9	198,8	-	447,8
6	-	248,9	198,8	-	447,8
7	-	248,9	198,8	-	447,8
8	-	248,9	198,8	-	447,8
9	-	248,9	198,8	-	447,8
10	-	248,9	198,8	-	447,8
11	-	248,9	198,8	-	447,8
12	-	248,9	198,8	-	447,8
13	-	248,9	198,8	-	447,8
14	-	248,9	198,8	-	447,8
15	-	248,9	198,8	-	447,8
Valor Actual	9.957,4	1.944,4	1.553,0	-	13.454,8

Tasa de descuento

12,0%

Valor Presente

13.454,8 miles de US\$

Anexo 3 - Cuadro N° 12

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 5, Config. Actual, 138 kV

Años	Inversión	CO&M	Total Costos	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	12.847,3	321,2	208,5	-	13376,9
1	-	321,2	208,5	-	529,6
2	-	321,2	208,5	-	529,6
3	-	321,2	208,5	-	529,6
4	-	321,2	208,5	-	529,6
5	-	321,2	208,5	-	529,6
6	-	321,2	208,5	-	529,6
7	-	321,2	208,5	-	529,6
8	-	321,2	208,5	-	529,6
9	-	321,2	208,5	-	529,6
10	-	321,2	208,5	-	529,6
11	-	321,2	208,5	-	529,6
12	-	321,2	208,5	-	529,6
13	-	321,2	208,5	-	529,6
14	-	321,2	208,5	-	529,6
15	-	321,2	208,5	-	529,6
Valor Actual	12.847,3	2.508,7	1.628,2	-	16.984,2

Tasa de descuento

12,0%

Valor Presente

16.984,2 miles de US\$

Anexo C - Cuadro N° 13

Evaluación del Sistema Económicamente Adaptado - SST de Cahua S.A.

En miles de US\$

Alternativa 6, Config. Radial, ST 220 kV

Años	Inversión	CO&M	Total Costos	Beneficio Económico	Flujo de Caja
0	11.932,9	298,3	30,5	-	12261,7
1	-	298,3	30,5	-	328,8
2	-	298,3	30,5	-	328,8
3	-	298,3	30,5	-	328,8
4	-	298,3	30,5	-	328,8
5	-	298,3	30,5	-	328,8
6	-	298,3	30,5	-	328,8
7	-	298,3	30,5	-	328,8
8	-	298,3	30,5	-	328,8
9	-	298,3	30,5	-	328,8
10	-	298,3	30,5	-	328,8
11	-	298,3	30,5	-	328,8
12	-	298,3	30,5	-	328,8
13	-	298,3	30,5	-	328,8
14	-	298,3	30,5	-	328,8
15	-	298,3	30,5	-	328,8
Valor Actual	11.932,9	2.330,2	238,0	-	14.501,0

Tasa de descuento

12,0%

Valor Presente

14.501,0 miles de US\$

ANEXO D
Evaluación del Costo Medio de Inversión, su Anualidad y los costos de
Operación y Mantenimiento para el Sistema de Transmisión
Económicamente Adaptado a Remunerar

Cuadro N° 1.1

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Sist. De Transmisión Economicamente Adaptado a Remunerar Configuración Radial en 138 kV - ST Cahua - SEPANU y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	Precio Unitario US\$	Inversión Total US\$
A Lineas de Transmision					
a	Linea 138 kV simple terna	km	9,40	60.907	572.526
b	Celdas de 138 kV	Módulo	2,00	340.736	681.473
Sub-TOTAL US\$					1.253.999

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	1.683.307	1.683.307
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	632.339	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
Sub-TOTAL US\$					1.683.307

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	839.734	1.679.468
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	340.736	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	68.147	0
Sub-TOTAL US\$					1.679.468

TOTAL US\$ 4 616.774

Anexo D

Cuadro N° 1.2

Estudio de Peajes por Uso de SST - Cahua S.A.

Costos Totales de Inversion - Sist. De Transmisión Economicamente Adaptado a Remunerar Configuración Radial en 138 kV - ST Cahua - SEPANU y ST SEPAEX - SEPANU

Item	Alternativa	Unidades	Cantidad	aVNR Anual US\$/año	CO&M US\$/año	Total US\$/año
A Lineas de Transmision						
a	Linea 138 kV simple terna	km	9,40	71.075	21.355	92.431
b	Celdas de 138 kV	Módulo	2,00	84.600	17.474	102.075
Sub-TOTAL US\$/año				155.676	38.830	194.506

B Subestacion de Transformación 220/138 kV, 1x50 MVA (SEPANU)

a	Transformacion MAT/MAT	Módulo	1,00	208.972	47.738	256.710
b	Celdas de 220 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.972	47.738	256.710

C Subestacion de Transformación 138/13.8 kV, 2x28 MVA (SEPAEX)

a	Transformacion MAT/MT	Módulo	2,00	208.495	55.207	263.703
b	Celdas de 138 kV	Módulo	0,00	0	0	0
c	Celdas de 13.8 kV	Módulo	0,00	0	0	0
Sub-TOTAL US\$/año				208.495	55.207	263.703

TOTAL US\$/año 573.143 14 177 5 714.918

Anexo D - Cuadro N° 2

ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.
COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACION DE TRANSFORMACION SEPANU

Pag 1 / 2

Proceso	Actividad	Unidad	Costo Unitario \$/.	Cant. de Elementos	Frecuencia Anual	Costo Ejecucion Real \$/.				Costo Anual \$/.
						Costo Mano de Obra	Costo Materiales	Costo Maquinaria	Costo Total	
Mantenimiento Celdas de 220 kV	Limpieza de Aisladores	Celda	603,20	1,00	1,00	583,20	20,00	0,00	603,20	603,20
	Mantenimiento Integral de Interruptores	Interr.	21.416,43	1,00	0,10	5.045,31	12.443,35	3.927,75	21.416,43	2.141,64
	Mantenimiento Integral de Seccionadores	Seccio.	13.114,72	1,00	0,10	5.384,00	5.596,64	2.134,12	13.114,72	1.311,47
	Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra	Celda	2.660,88	1,00	2,00	1.687,50	420,71	563,92	2.660,88	5.321,76
	Mantenim. Electrom. Celda Transformador Sim	Celda	4.249,75	1,00	2,00	2.764,50	738,25	747,00	4.249,75	8.499,50
	Mantenim. Electromecanico Barra	Celda	1.165,08	1,00	2,00	667,50	304,35	193,23	1.165,08	2.330,16
Costo Total \$/.						16.132,01	19.523,30	7.566,02	43.210,06	20.207,73
Mantenimiento Celdas de 138 kV	Lavado en Caliente de Aisladores	Celda	340,74	1,00	11,00	76,29	15,14	249,31	340,74	3.748,14
	Limpieza de Aisladores	Celda	400,00	1,00	1,00	380,00	20,00	0,00	400,00	400,00
	Mantenimiento Integral de Interruptores	Interr.	19.063,93	1,00	0,10	5.045,31	10.380,84	3.637,75	19.063,93	1.906,39
	Mantenimiento Integral de Seccionadores	Seccio.	11.357,64	1,00	0,10	4.648,00	4.575,56	2.134,12	11.357,64	1.135,76
	Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra	Celda	1.738,87	1,00	2,00	1.194,00	156,49	388,38	1.738,87	3.477,74
	Mantenim. Electromecanico Barra	Celda	851,03	1,00	2,00	534,00	163,65	153,38	851,03	1.702,06
Costo Total \$/.						11.877,60	15.311,69	6.562,94	33.752,21	12.370,10
Mantenimiento Edificios	Mantenimiento aire comprimido	Unid.	1.761,98	1,00	1,00	948,00	62,46	751,52	1.761,98	1.761,98
	Mantenimiento areas verdas	m2	0,11	835,00	6,00	83,50	0,00	9,80	91,85	551,10
	Mantenimiento cerco perimetral	m	7,89	450,00	0,50	2.101,79	1.277,92	163,84	3.550,50	1.775,25
	Mantenimiento ductos y canales	m	3,21	227,00	2,00	533,17	77,85	119,78	728,67	1.457,34
	Mantenimiento edificios de control	m2	4,65	421,00	1,00	1.637,22	313,03	4,68	1.957,65	1.957,65
	Mantenimiento sistema suministro de agua	Sist.	1.369,20	1,00	2,00	1.200,00	50,00	119,20	1.369,20	2.738,40
	Mantenimiento sistemas de iluminacion	Sist.	4.024,40	1,00	1,00	2.625,00	1.248,77	150,63	4.024,40	4.024,40
	Mantenimiento tableros	Taller	1.845,10	1,00	1,00	1.454,55	288,14	102,42	1.845,10	1.845,10
	Reparacion de canaletas y tapas	m	6,50	795,00	0,20	4.332,75	342,11	491,18	5.167,50	1.033,50
Costo Total \$/.						14.915,98	3.660,29	1.913,04	20.496,85	17.144,72
Mantenimiento Seguridad	Fumigacion de ambientes	Unid.	860,00	1,00	1,00	360,00	200,00	300,00	860,00	860,00
	Seguridad e higiene industrial	Unid.	3.494,15	1,00	1,00	2.255,00	297,75	941,40	3.494,15	3.494,15
	Costo Total \$/.						2.615,00	497,75	1.241,40	4.354,15
Mantenimiento Sala de Control y/o Mando	Mantenimiento equipos de proteccion	Unid.	4.492,24	2,00	1,00	5.392,50	369,05	3.222,90	8.984,48	8.984,48
	Mantenimiento especializado de registradores	Unid.	3.787,30	2,00	1,00	5.467,50	255,70	1.851,40	7.574,60	7.574,60
	Mantenimiento sistema de control	Sala	2.135,21	1,00	2,00	1.800,00	130,36	204,86	2.135,21	4.270,42
	Costo Total \$/.						12.660,00	755,11	5.279,16	18.694,29
Mantenimiento Sistema Puesta a tierra	Mantenimiento sistema puesta a tierra	Sist.	6.341,25	1,00	1,00	3.600,00	867,95	1.873,30	6.341,25	6.341,25
Costo Total \$/.						3.600,00	867,95	1.873,30	6.341,25	6.341,25

Anexo D - Cuadro N° 2

ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACION DE TRANSFORMACION SEPANU

Pag 2 /2

Mantenimiento Transformadores de Potencia	Analisis Fisico y Quimico aceite dielectrico	Muestra	1.014,39	1,00	1,00	554,00	0,00	460,39	1.014,39	1.014,39
	Desmontaje y revision conmutador bajo carga	Transf.	9.868,39	1,00	0,25	2.315,15	6.408,00	1.145,21	9.868,39	2.467,10
	Mantenimiento extractores y ventiladores	Juego	1.354,94	2,00	2,00	1.896,00	246,92	566,96	2.709,88	5.419,76
	Pruebas Tang. Delta, Rel. Transformacion	Transf.	5.394,63	1,00	1,00	3.230,30	69,31	2.095,04	5.394,63	5.394,63
	Regeneracion de aceite aislante	Transf.	30.471,20	1,00	0,10	2.759,55	22.672,75	5.038,90	30.471,20	3.047,12
	Mantenimiento integral del transformador	Transf.	66.415,13	1,00	0,10	24.950,00	32.947,88	8.517,25	66.415,13	6.641,51
Costo Total S/.						35.705,00	62.344,85	17.823,75	115.873,62	23.984,51
Medicion de Puntos Calientes	Medicion de puntos calientes	Celda	198,75	12,00	2,00	1.173,00	0,00	1.212,00	2.385,00	4.770,00
Costo Total S/.						1.173,00	0,00	1.212,00	2.385,00	4.770,00
Mantenimiento Servicios Auxiliares	Mantenimiento banco de baterias	Banco	527,77	1,00	4,00	414,00	48,17	65,60	527,77	2.111,08
	Mantenimiento rectificadores	Unid.	950,87	1,00	4,00	590,00	45,99	314,88	950,87	3.803,48
	Mantenimiento servicios auxiliares	Servic.	2.067,91	1,00	2,00	1.436,36	426,69	204,86	2.067,91	4.135,82
Costo Total S/.						2.440,36	520,85	585,34	3.546,55	10.050,38
Mantenimiento Radios Moviles y	Mantenimiento radios moviles y portatiles	Radio	446,71	10,00	1,00	2.920,00	51,30	1.495,87	4.467,10	4.467,10
Costo Total S/.						2.920,00	51,30	1.495,87	4.467,10	4.467,10
Mantenimiento Sistema de Adquisicion de Datos	Mantenimiento Repar. y Pto. Interc., Dist. y Con	Unid.	2.003,69	2,00	1,00	1.860,00	1.206,66	940,72	4.007,38	4.007,38
	Mantenimiento RTU	Unid.	3.304,11	1,00	1,00	1.266,67	1.023,50	1.013,94	3.304,11	3.304,11
Costo Total S/.						3.126,67	2.230,16	1.954,66	7.311,49	7.311,49
Mantenimiento del Sistema de Onda Portadora	Mantenimiento cajas acoplamiento y cables aux	Unid.	1.144,84	1,00	1,00	734,40	42,46	367,97	1.144,84	1.144,84
	Mantenimiento central telefonica	Unid.	2.219,31	1,00	1,00	1.080,00	629,86	509,45	2.219,31	2.219,31
	Mantenimiento onda portadora	Unid.	1.045,72	2,00	1,00	1.152,00	19,73	919,68	2.091,44	2.091,44
	Mantenimiento salas de comunicaciones	Sala	624,43	1,00	1,00	593,94	17,58	12,91	624,43	624,43
	Mantenimiento UPS's y estabilizadores	Unid.	3.048,69	1,00	1,00	1.400,00	1.023,50	625,19	3.048,69	3.048,69
Costo Total S/.						4.960,34	1.733,14	2.435,20	9.128,71	9.128,71
Mantenimiento Equipos de Radio y Antenas	Mantenimiento casetas	Repeti.	1.597,46	1,00	1,00	960,00	41,94	595,52	1.597,46	1.597,46
	Mantenimiento Radios UHF monocanal y antenas	Radio	1.692,48	1,00	1,00	864,00	65,92	762,56	1.692,48	1.692,48
	Mantenimiento Radios VHF y antenas	Radio	1.576,44	1,00	1,00	930,00	23,48	622,96	1.576,44	1.576,44
	Mantenimiento repetidoras	Repeti.	2.097,63	1,00	1,00	1.409,10	35,58	652,95	2.097,63	2.097,63
Costo Total S/.						4.163,10	166,92	2.633,99	6.964,01	6.964,01
Mantenimiento Estructuras	Mantenimiento estructuras	Sist.	2.762,30	1,00	1,00	2.370,00	392,30	0,00	2.762,30	2.762,30
	Pintado porticos	m2	29,32	1.245,00	0,20	25.014,20	8.411,10	3.078,10	36.503,40	7.300,68
Costo Total S/.						27.384,20	8.803,40	3.078,10	39.265,70	10.062,98
Control y mejoramiento del mant	Auditoria tecnica SSEE	Sist.	4.321,90	1,00	1,00	3.652,00	0,00	669,90	4.321,90	4.321,90
Costo Total S/.						3.652,00	0,00	669,90	4.321,90	4.321,90

COSTO TOTAL POR INSTALACION, S/. **147.325** **116.467** **56.325** **320.113** **162.309**

Tasa de Cambio: 3,40

COSTO TOTAL POR INSTALACION, US\$. **43.330,96** **34.254,91** **16.566,08** **94.150,85** **47.738**

Anexo D - Cuadro N° 3

ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACION DE TRANSFORMACION SEPAEX

Pag 1 / 2

Proceso	Actividad	Unidad	Costo Unitario S/.	Cant. de Elementos	Frecuencia Anual	Costo Ejecucion Real S/.				Costo Anual S/.
						Costo Mano de Obra	Costo Materiales	Costo Maquinaria	Costo Total	
Mantenimiento Celdas de 138 kV	Limpieza de Aisladores	Celda	400,00	2,00	1,00	773,47	26,53	0,00	800,00	800,00
	Mantenimiento Integral de Interruptores	Interr.	19.063,93	2,00	0,10	8.982,22	22.153,00	6.992,61	38.127,85	3.812,79
	Mantenimiento Integral de Seccionadores	Seccio.	11.357,64	2,00	0,10	9.325,33	9.693,63	3.696,39	22.715,28	2.271,53
	Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra	Celda	1.738,87	2,00	2,00	2.205,54	549,86	737,03	3.477,74	6.955,48
	Mantenim. Electrom. Celda Transformador Sim	Celda	4.249,75	2,00	2,00	5.529,00	1.476,50	1.494,00	8.499,50	16.999,00
	Mantenim. Electromecanico Barra	Celda	851,03	2,00	2,00	975,15	444,62	282,29	1.702,06	3.404,12
Costo Total S/.						27.790,71	34.344,14	13.202,32	75.322,43	34.242,91
Mantenimiento Celdas de 13.8 kV	Lavado en Caliente de Aisladores	Celda	340,74	2,00	6,00	152,57	30,29	498,63	681,48	4.088,88
	Limpieza de Aisladores	Celda	400,00	2,00	1,00	760,00	40,00	0,00	800,00	800,00
	Mantenimiento Integral de Interruptores	Interr.	19.063,93	2,00	0,10	10.090,63	20.761,69	7.275,50	38.127,85	3.812,79
	Mantenimiento Integral de Seccionadores	Seccio.	11.357,64	2,00	0,10	9.296,00	9.151,12	4.268,24	22.715,28	2.271,53
	Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Barra	Celda	1.738,87	2,00	2,00	2.388,00	312,98	776,76	3.477,74	6.955,48
	Mantenim. Electrom. Celda Acoplam. Doble Bar	Celda	1.490,87	1,00	2,00	5.364,00	1.359,06	2.222,16	1.490,87	2.981,74
Mantenim. Electromecanico Barra	Celda	851,03	2,00	2,00	1.068,00	327,30	306,76	1.702,06	3.404,12	
Costo Total S/.						29.119,20	31.982,43	15.348,05	68.995,28	24.314,53
Mantenimiento refrigeracion y aire acondicionado	Mantenimiento aire comprimido	Unid.	1.761,98	1,00	1,00	948,00	62,46	751,52	1.761,98	1.761,98
	Mantenimiento areas verdas	m2	0,11	835,00	6,00	83,50	0,00	9,80	91,85	551,10
	Mantenimiento cerco perimetral	m	7,89	450,00	0,50	2.101,79	1.277,92	163,84	3.550,50	1.775,25
	Mantenimiento ductos y canales	m	3,21	227,00	2,00	533,17	77,85	119,78	728,67	1.457,34
	Mantenimiento edificios de control	m2	4,65	421,00	1,00	1.637,22	313,03	4,68	1.957,65	1.957,65
	Mantenimiento sistema surmintro de agua	Sist.	1.369,20	1,00	2,00	1.200,00	50,00	119,20	1.369,20	2.738,40
	Mantenimiento sistemas de iluminacion	Sist.	4.024,40	1,00	1,00	2.625,00	1.248,77	150,63	4.024,40	4.024,40
	Mantenimiento tableros	Taller	1.845,10	1,00	1,00	1.454,55	288,14	102,42	1.845,10	1.845,10
	Reparacion de canaletas y tapas	m	6,50	795,00	0,20	4.332,75	342,11	491,18	5.167,50	1.033,50
Costo Total S/.						14.915,98	3.660,29	1.913,04	20.496,85	17.144,72
Mantenimiento Seguridad	Fumigacion de ambientes	Unid.	860,00	1,00	1,00	360,00	200,00	300,00	860,00	860,00
	Seguridad e higiene industrial	Unid.	3.494,15	1,00	1,00	2.255,00	297,75	941,40	3.494,15	3.494,15
Costo Total S/.						2.615,00	497,75	1.241,40	4.354,15	4.354,15
Mantenimiento Sala de Control y/o Mando	Mantenimiento equipos de proteccion	Unid.	4.492,24	2,00	1,00	5.392,50	369,05	3.222,90	8.984,48	8.984,48
	Mantenimiento especializado de registradores	Unid.	3.787,30	2,00	1,00	5.467,50	255,70	1.851,40	7.574,60	7.574,60
	Mantenimiento sistema de control	Sala	2.135,21	1,00	1,00	1.800,00	130,36	204,86	2.135,21	2.135,21
Costo Total S/.						12.660,00	755,11	5.279,16	18.694,29	18.694,29
Mantenimiento Sistema Puesta a tierra	Mantenimiento sistema puesta a tierra	Sist.	6.341,25	1,00	1,00	3.600,00	867,95	1.873,30	6.341,25	6.341,25
Costo Total S/.						3.600,00	867,95	1.873,30	6.341,25	6.341,25
Mantenimiento Transformadores de Potencia	Analisis Físico y Químico aceite dielectrico	Muestra	1.014,39	2,00	1,00	1.108,00	0,00	920,78	2.028,78	2.028,78
	Pruebas Tang. Delta, Rel. Transformacion	Transf.	5.394,63	2,00	1,00	6.460,60	138,61	4.190,07	10.789,26	10.789,26
	Regeneracion de aceite aislante	Transf.	30.471,20	2,00	0,10	5.519,10	45.345,50	10.077,80	60.942,40	6.094,24
	Mantenimiento integral del transformador	Transf.	66.415,13	2,00	0,10	49.900,00	65.895,75	17.034,50	132.830,25	13.283,03
Costo Total S/.						62.987,70	111.379,86	32.223,15	206.590,69	32.195,31
Medicion de Puntos Calientes	Medicion de puntos calientes	Celda	198,75	12,00	2,00	1.173,00	0,00	1.212,00	2.385,00	4.770,00
Costo Total S/.						1.173,00	0,00	1.212,00	2.385,00	4.770,00

Anexo D - Cuadro N° 3

ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA SUBSTACION DE TRANSFORMACION SEPAEX

Pag 2 / 2

Mantenimiento Servicios Auxiliares	Mantenimiento banco de baterias	Banco	527,77	1,00	2,00	414,00	48,17	65,60	527,77	1.055,54	
	Mantenimiento rectificadores	Unid.	950,87	1,00	2,00	590,00	45,99	314,88	950,87	1.901,74	
	Mantenimiento servicios auxiliares	Servic.	2.067,91	1,00	2,00	1.436,36	426,69	204,86	2.067,91	4.135,82	
	Mantenimiento transformador servicio auxiliar	Transf.	2.094,28	1,00	0,10	604,00	988,96	501,32	2.094,28	209,43	
Costo Total \$/.						3.044,36	1.509,81	1.086,66	5.640,83	7.302,53	
<hr/>											
Mantenimiento Radios Moviles y l		Mantenimiento radios moviles y portatiles	Radio	446,71	10,00	1,00	2.920,00	51,30	1.495,87	4.467,10	4.467,10
Costo Total \$/.						2.920,00	51,30	1.495,87	4.467,10	4.467,10	
<hr/>											
Mantenimiento Sistema de Adquisicion de Datos	Mantenimiento Repar. y Pto. Interc. y Con.	Unid.	2.003,69	2,00	1,00	1.860,00	1.206,66	940,72	4.007,38	4.007,38	
	Mantenimiento RTU	Unid.	3.304,11	1,00	1,00	1.266,67	1.023,50	1.013,94	3.304,11	3.304,11	
	Costo Total \$/.						3.126,67	2.230,16	1.954,66	7.311,49	7.311,49
<hr/>											
Mantenimiento del Sistema de Onda Portadora	Mantenimiento cajas acoplamiento y cables auxi	Unid.	1.144,84	1,00	1,00	734,40	42,46	367,97	1.144,84	1.144,84	
	Mantenimiento central telefonica	Unid.	2.219,31	1,00	1,00	1.060,00	629,86	509,45	2.219,31	2.219,31	
	Mantenimiento onda portadora	Unid.	1.045,72	2,00	1,00	1.152,00	19,73	919,68	2.091,44	2.091,44	
	Mantenimiento salas de comunicaciones	Sala	624,43	1,00	1,00	593,94	17,58	12,91	624,43	624,43	
	Mantenimiento UPS's y estabilizadores	Unid.	3.048,69	1,00	1,00	1.400,00	1.023,50	625,19	3.048,69	3.048,69	
Costo Total \$/.						4.960,34	1.733,14	2.435,20	9.128,71	9.128,71	
<hr/>											
Mantenimiento Equipos de Radio y Antenas	Mantenimiento casetas	Repeti.	1.597,46	1,00	1,00	960,00	41,94	595,52	1.597,46	1.597,46	
	Mantenimiento Radios UHF monocanal y antena	Radio	1.692,48	1,00	1,00	864,00	65,92	762,56	1.692,48	1.692,48	
	Mantenimiento Radios VHF y antenas	Radio	1.576,44	1,00	1,00	930,00	23,48	622,96	1.576,44	1.576,44	
	Mantenimiento repetidoras	Repeti.	2.097,63	1,00	1,00	1.409,10	35,58	652,95	2.097,63	2.097,63	
Costo Total \$/.						4.163,10	166,92	2.633,99	6.964,01	6.964,01	
<hr/>											
Mantenimiento Estructuras	Mantenimiento estructuras	Sist.	2.762,30	1,00	1,00	2.370,00	392,30	0,00	2.762,30	2.762,30	
	Pintado porticos	m2	29,32	579,00	0,20	11.633,11	3.911,67	1.431,50	16.976,28	3.395,26	
	Costo Total \$/.						14.003,11	4.303,97	1.431,50	19.738,58	6.157,56
<hr/>											
Control y mejoramiento del mante Auditoria tecnica SSEE		Sist.	4.321,90	1,00	1,00	3.652,00	0,00	669,90	4.321,90	4.321,90	
Costo Total \$/.						3.652,00	0,00	669,90	4.321,90	4.321,90	

COSTO TOTAL POR INSTALACION, \$/. 190.731 193.483 84.000 460.753 187.710

Tasa de Cambio: 3,40

COSTO TOTAL POR INSTALACION, US\$. 56.097 56.907 24.706 135.515 55.209

Anexo D - Cuadro N° 4

ESTUDIO DE PEAJES POR EL SISTEMA SECUNDARIO DE TRANSMISION - CAHUA S.A.

COSTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA LINEA DE TRANSMISION SEPANU-SEPAEX 138 KV

Proceso	Actividad	Unidad	Costo Unitario S/.	Cant. de Elementos	Frecuencia Anual	Costo Ejecucion Real S/.				Costo Anual S/.
						Costo Mano de Obra	Costo Materiales	Costo Maquinaria	Costo Total	
Mantenimiento Celdas de 138 kV	Limpieza de Aisladores	Celda	400,00	2,00	1,00	760,00	40,00	0,00	800,00	800,00
	Mantenimiento Integral de Interruptores	Interr.	19.063,93	2,00	0,10	10.090,63	20.761,69	7.275,50	38.127,85	3.812,79
	Mantenimiento Integral de Seccionadores	Seccio.	11.357,64	2,00	0,10	9.296,00	9.151,12	4.268,24	22.715,28	2.271,53
	Mantenim. Electrom. Celda Linea Simple Ba	Celda	1.738,87	2,00	2,00	2.388,00	312,98	776,76	3.477,74	6.955,48
	Mantenim. Electromecanico Barra	Celda	851,03	2,00	2,00	1.068,00	327,30	306,76	1.702,06	3.404,12
Costo Total S/.						23.602,63	30.593,09	12.627,26	66.822,93	17.243,91
Inspeccion ocular de lineas aereas	Inspeccion ligera	Unid.	24,57	38,00	2,00	689,54	0,00	244,12	933,66	1.867,32
	Inspeccion Minuciosa	Unid.	75,15	38,00	1,00	2.133,18	0,00	722,52	2.855,70	2.855,70
	Costo Total S/.						2.822,72	0,00	966,64	3.789,36
Mantenimiento Aisladores de Lineas Aereas	Limpieza manual	Unid.	38,57	245,00	1,00	5.341,48	57,89	4.050,28	9.449,65	9.449,65
	Siliconado	Unid.	79,98	19,00	1,00	685,52	552,51	281,58	1.519,62	1.519,62
	Costo Total S/.						6.027,00	610,40	4.331,87	10.969,27
Mantenimiento de Defensas y Serviduml	Mantenimiento faja de servidumbre Costa	Grupos	444,40	1,00	1,00	297,28	3,79	143,34	444,40	444,40
Costo Total S/.						297,28	3,79	143,34	444,40	444,40
Mantenimiento Electromecanico de Lineas Aereas	Cambio de aisladores	Aislad.	109,32	1.190,00	0,07	21.700,72	93.203,91	15.186,17	130.090,80	8.672,72
	Cambio de conductores	km	19.481,84	3,00	0,20	7.453,32	38.448,82	12.543,38	58.445,52	11.689,10
	Cambio de ferreteria	Unid.	859,94	143,00	0,07	24.561,40	67.384,29	31.025,73	122.971,42	8.189,90
	Reparacion de conductores	km	7.779,59	0,50	0,33	2.631,35	294,43	964,02	3.889,80	1.295,30
Costo Total S/.						56.346,79	199.331,45	59.719,30	315.397,54	29.847,02
Mantenimiento Estructuras de Lineas Aereas	Pintado de Estructuras	m2	35,82	6.150,00	0,20	145.931,93	33.347,09	41.013,98	220.293,00	44.058,60
	Cambio de perfiles	Ton.	5.770,89	15,50	0,10	8.168,50	73.847,57	7.432,72	89.448,80	8.944,88
	Pintado de fases y rotulos	Rotulo	56,30	32,00	0,33	1.360,92	348,62	92,06	1.801,60	600,47
Costo Total S/.						155.461,35	107.543,28	48.538,76	311.543,40	53.603,95
Medicion de Calidad de Terreno	Medicion de puesta a tierra	Estruc.	98,88	38,00	1,00	2.861,44	18,90	877,09	3.757,44	3.757,44
	Reparacion de puestas a tierra	Estruc.	3.801,20	4,00	0,33	11.045,67	1.314,77	2.844,37	15.204,80	5.068,27
	Costo Total S/.						13.907,11	1.333,67	3.721,46	18.962,24
Revision y Mediciones Electricas	Medicion puntos calientes	Estruc.	63,04	38,00	1,00	1.219,34	0,00	1.176,18	2.395,52	2.395,52
	Medicion de distribucion de potencial	Aislad.	69,67	57,00	1,00	3.061,30	0,00	909,89	3.971,19	3.971,19
	Costo Total S/.						4.280,64	0,00	2.086,07	6.366,71

COSTO TOTAL POR INSTALACION, S/. 262.746 339.416 132.135 734.296 132.024

Tasa de Cambio: 3,40

COSTO TOTAL POR INSTALACION, US\$. 77.278 99.828 38.863 215.969 38.831

ANEXO E
Cálculo de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión

**Anexo E - Cuadro N° 1
CUADRO RESUMEN**

Componente de Transmisión Secundaria	Costo medio de Inversión, miles US\$	Anualidad del Costo Medio miles US\$	Costo Anual de O&M, miles US\$	Ingreso Tarifario miles US\$	Peaje Unitario ctv. US\$/kWh
Transmisión SEPANU-SEPAEX	1.254,00	155,68	38,83	7,78	0,09
Transformación SEPANU	1.683,31	208,97	47,74	10,45	0,06
Transformación SEPAEX	1.679,47	208,50	55,21	10,42	0,12
TOTAL	4616,78	573,15	141,78	28,65	0,2642
PEAJE TOTAL SST, ctv. S./ kWh					0,898

Nota:

Tasa de cambio = 3.4

El sistema de Transmisión Económicamente Adaptado comprende las siguientes instalaciones:

- Línea de Transmisión en 138 kV SEPANU-SEPAEX
- Subestación de Transformación Paramonga Nueva 220/138 kV
- Subestación de Transformación Paramonga Existente 138/13.8 kV

Anexo E -Cuadro N° 2

**Estudio de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión - CAHUA S.A.
Cálculo del Peaje de Transmisión, Línea SEPANU-SEPAEX - US\$ ***

Periodo	Año	@VNR	CO&M	Ingreso Tarifario IT	Total Peaje Anual	Peaje Actualizado
1	2005	155.676	38.830	3.114	191.391	191.391
2	2006	155.676	38.830	3.114	191.391	170.885
3	2007	155.676	38.830	3.114	191.391	152.576
4	2008	155.676	38.830	3.114	191.391	136.228
5	2009	155.676	38.830	3.114	191.391	121.633
6	2010	155.676	38.830	3.114	191.391	108.600
7	2011	155.676	38.830	3.114	191.391	96.965
8	2012	155.676	38.830	3.114	191.391	86.576
9	2013	155.676	38.830	3.114	191.391	77.300
10	2014	155.676	38.830	3.114	191.391	69.018
11	2015	155.676	38.830	3.114	191.391	61.623
12	2016	155.676	38.830	3.114	191.391	55.020
13	2017	155.676	38.830	3.114	191.391	49.125
14	2018	155.676	38.830	3.114	191.391	43.862
15	2019	155.676	38.830	3.114	191.391	39.162
Valor Presente (2005-2019)					1.459.964	1.459.964

Nota

* Se considera que las cargas usan un porcentaje de la Línea

%Uso de las cargas= 100%

$$\text{Peaje Unitario Transmisión} = \frac{\text{VA Peajes}}{\text{VA Energías}} = \boxed{0,0876} \text{ ctv. US$/kWh}$$

Anexo E -Cuadro N° 3

Estudio de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión - CAHUA S.A.
Cálculo del Peaje de Transformación, SEPANU US\$ *

Periodo	Año	@VNR	CO&M	Ingreso Tarifario IT	Total Peaje Anual	Peaje Actualizado
1	2005	208.972	47.738	4.179	252.530	252.530
2	2006	208.972	47.738	4.179	252.530	225.474
3	2007	208.972	47.738	4.179	252.530	201.316
4	2008	208.972	47.738	4.179	252.530	179.746
5	2009	208.972	47.738	4.179	252.530	160.488
6	2010	208.972	47.738	4.179	252.530	143.293
7	2011	208.972	47.738	4.179	252.530	127.940
8	2012	208.972	47.738	4.179	252.530	114.232
9	2013	208.972	47.738	4.179	252.530	101.993
10	2014	208.972	47.738	4.179	252.530	91.065
11	2015	208.972	47.738	4.179	252.530	81.308
12	2016	208.972	47.738	4.179	252.530	72.596
13	2017	208.972	47.738	4.179	252.530	64.818
14	2018	208.972	47.738	4.179	252.530	57.873
15	2019	208.972	47.738	4.179	252.530	51.673
Valor Presente (2005-2019)					1.926.344	1.926.344

Nota

* Se considera que las cargas usan un porcentaje de la Línea
%Uso de las cargas= 50%

$$\text{Peaje Unitario Transformación} = \frac{\text{VA Peajes}}{\text{VA Energías}} = \boxed{0,0578} \text{ ctv. US$/kWh}$$

Anexo E -Cuadro N° 4

**Estudio de Peajes por el Sistema Secundario de Transmisión - CAHUA S.A.
Cálculo del Peaje de Transformación, SEPAEX US\$ ***

Periodo	Año	@VNR	CO&M	Ingreso Tarifario IT	Total Peaje Anual	Peaje Actualizado
1	2005	208.495	55.208	4.169	259.534	259.534
2	2006	208.495	55.208	4.169	259.534	231.727
3	2007	208.495	55.208	4.169	259.534	206.899
4	2008	208.495	55.208	4.169	259.534	184.731
5	2009	208.495	55.208	4.169	259.534	164.939
6	2010	208.495	55.208	4.169	259.534	147.267
7	2011	208.495	55.208	4.169	259.534	131.488
8	2012	208.495	55.208	4.169	259.534	117.400
9	2013	208.495	55.208	4.169	259.534	104.822
10	2014	208.495	55.208	4.169	259.534	93.591
11	2015	208.495	55.208	4.169	259.534	83.563
12	2016	208.495	55.208	4.169	259.534	74.610
13	2017	208.495	55.208	4.169	259.534	66.616
14	2018	208.495	55.208	4.169	259.534	59.479
15	2019	208.495	55.208	4.169	259.534	53.106
Valor Presente (2005-2019)					1.979.772	1.979.772

Nota

* Se considera que las cargas usan un porcentaje de la Línea
%Uso de las cargas= 50%

$$\text{Peaje Unitario Transformación} = \frac{\text{VA Peajes}}{\text{VA Energías}} = \boxed{0,1188} \text{ ctv. US$/kWh}$$

ANEXO F
Resultados del Flujo de Potencia

ALTERNATIVA 1 - CONFIGURACION RADIAL - DT- 60 kV

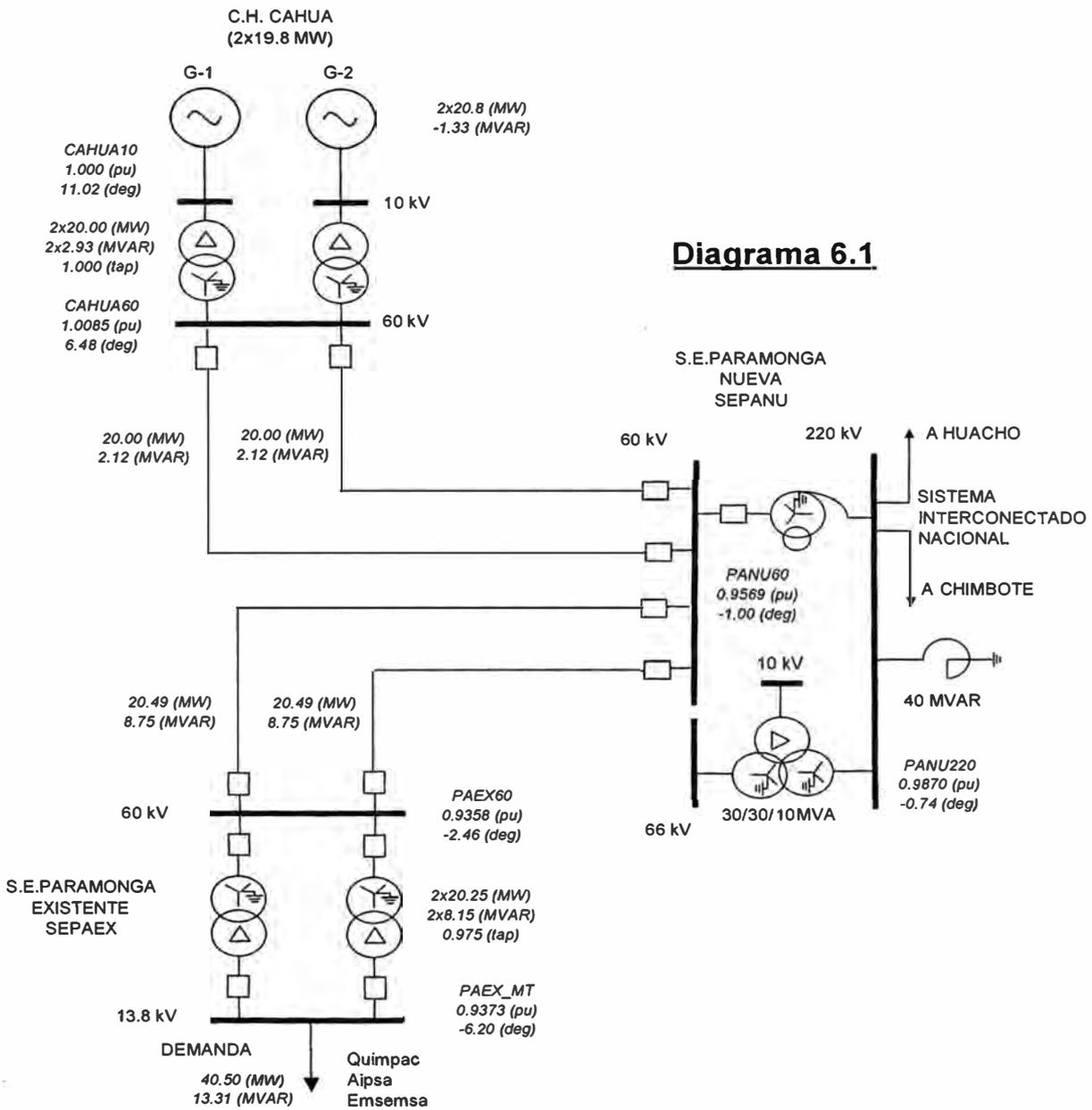


Diagrama 6.1

ALTERNATIVA 2 - CONFIGURACION ANILLO - 138 kV

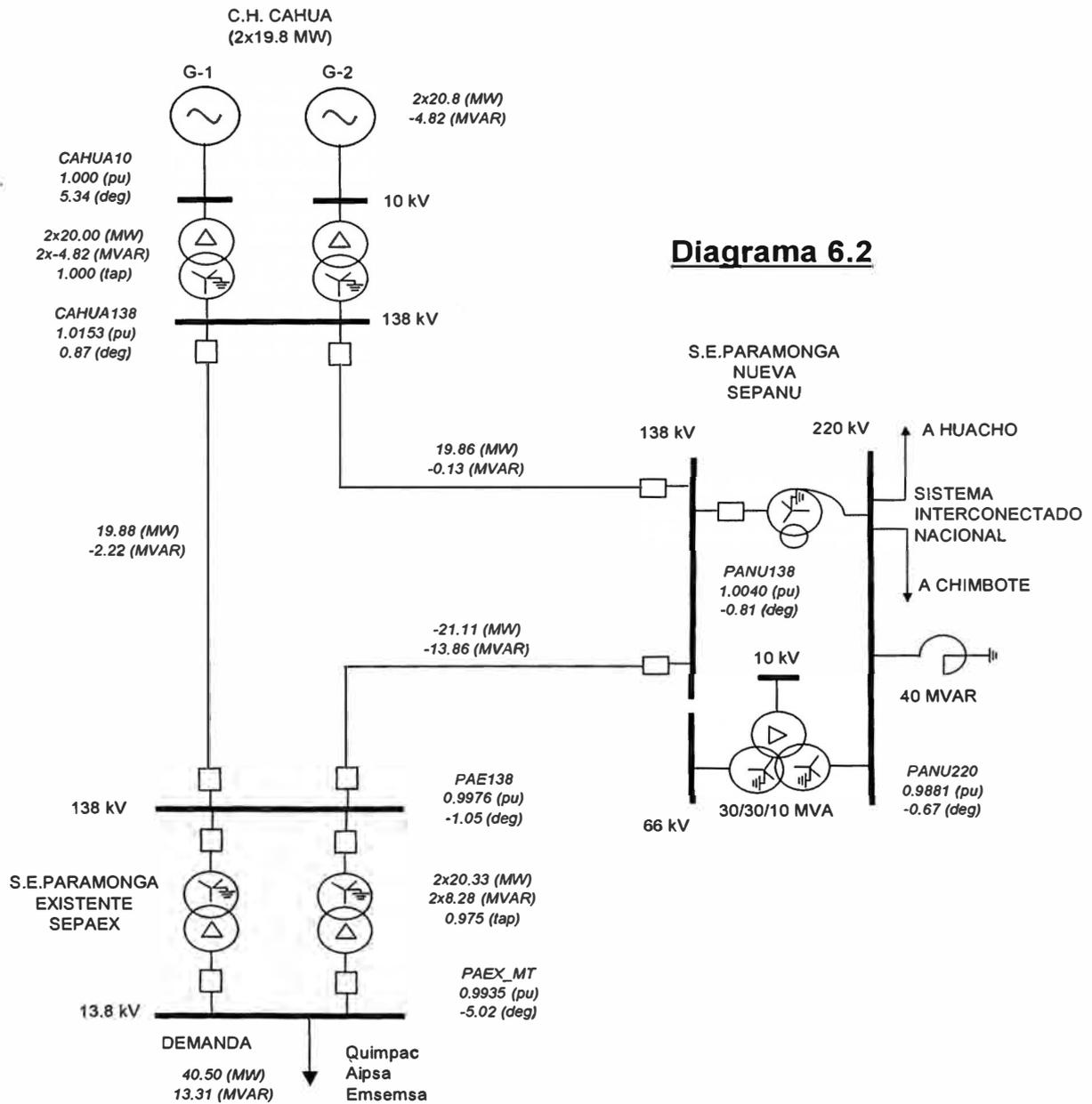


Diagrama 6.2

ALTERNATIVA 3 - CONFIGURACION RADIAL - DT - 138 kV

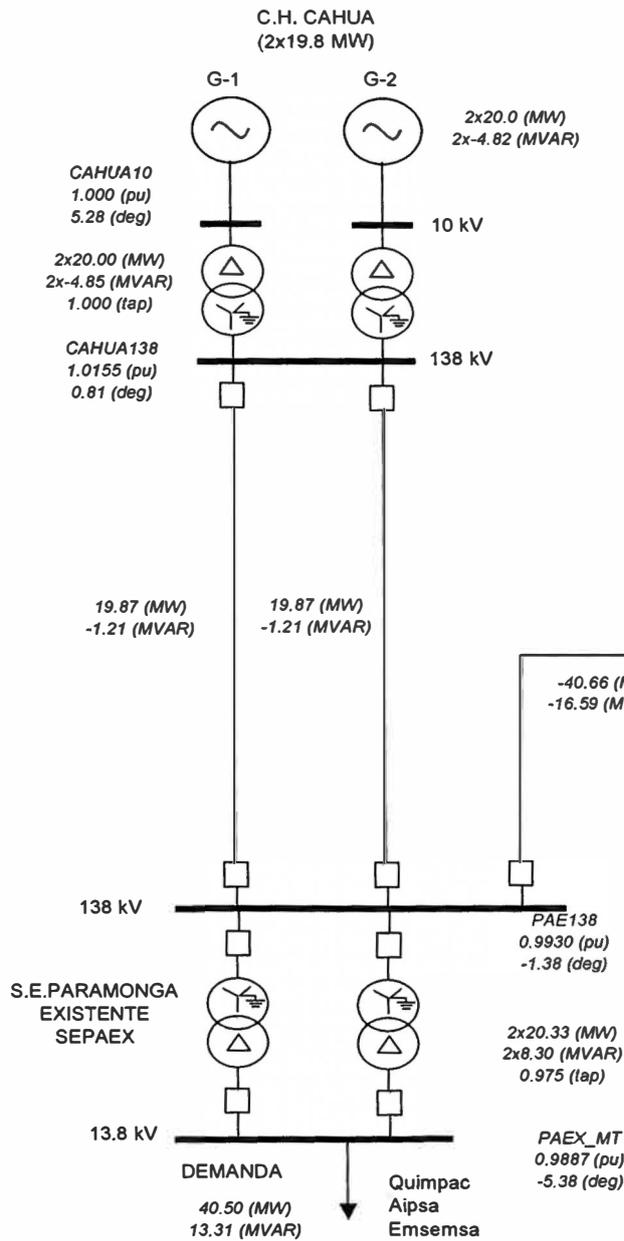
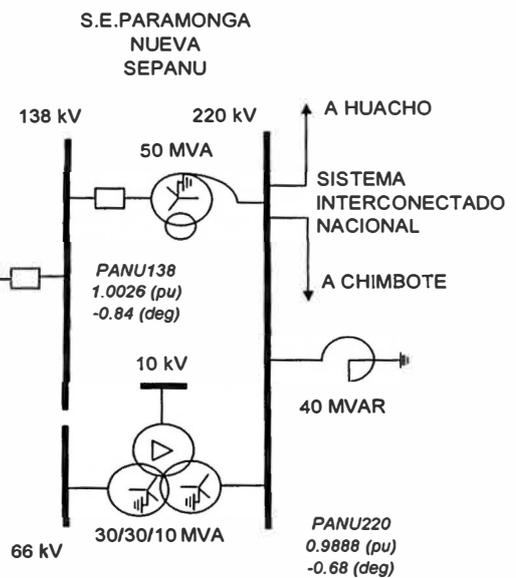


Diagrama 6.3



ALTERNATIVA 4 - CONFIGURACION RADIAL - ST - 138 kV

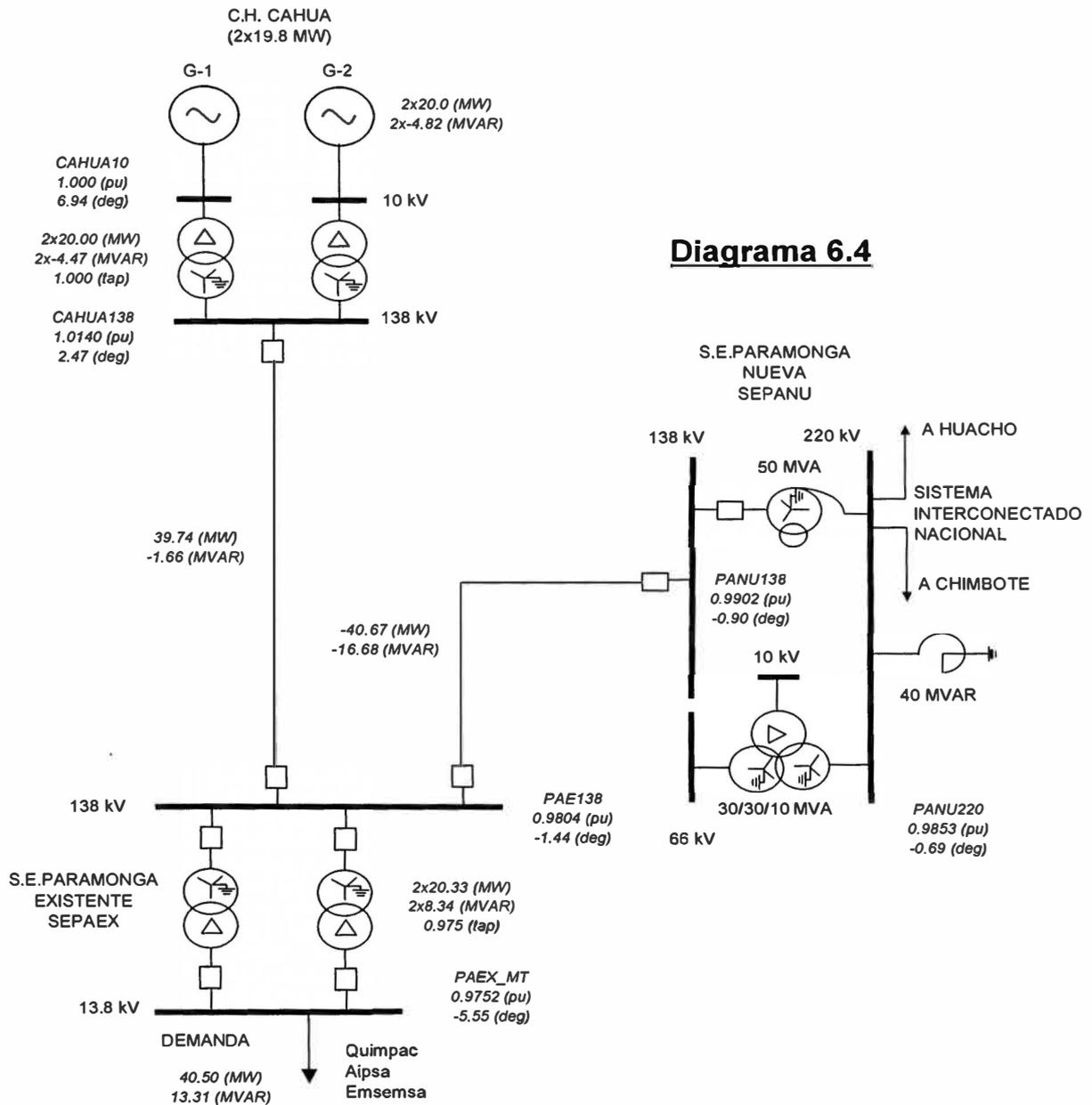


Diagrama 6.4

ALTERNATIVA 5 - CONFIGURACION ACTUAL - 138 kV

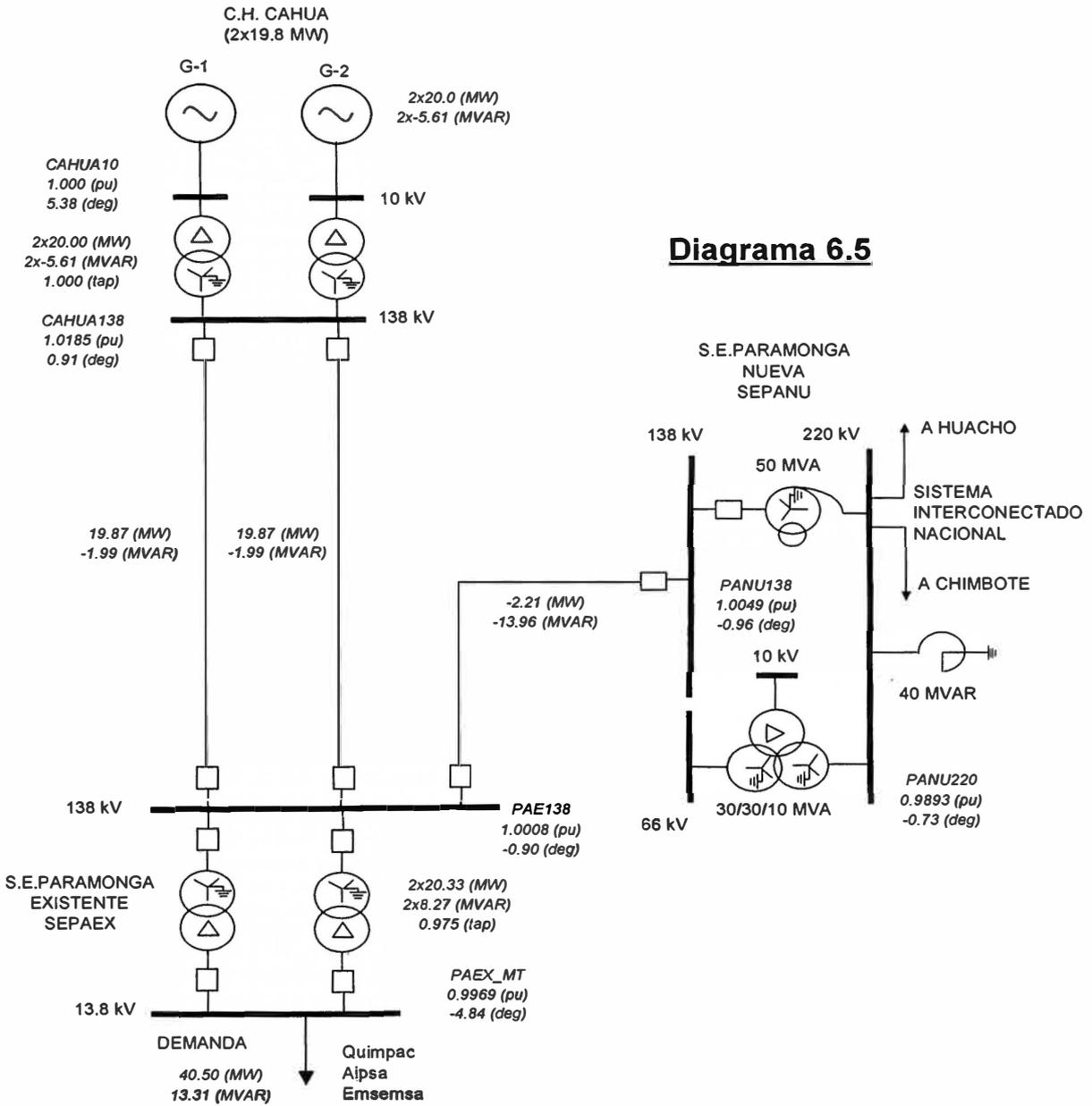


Diagrama 6.5

ALTERNATIVA 6 - CONFIGURACION RADIAL - ST- 220 kV

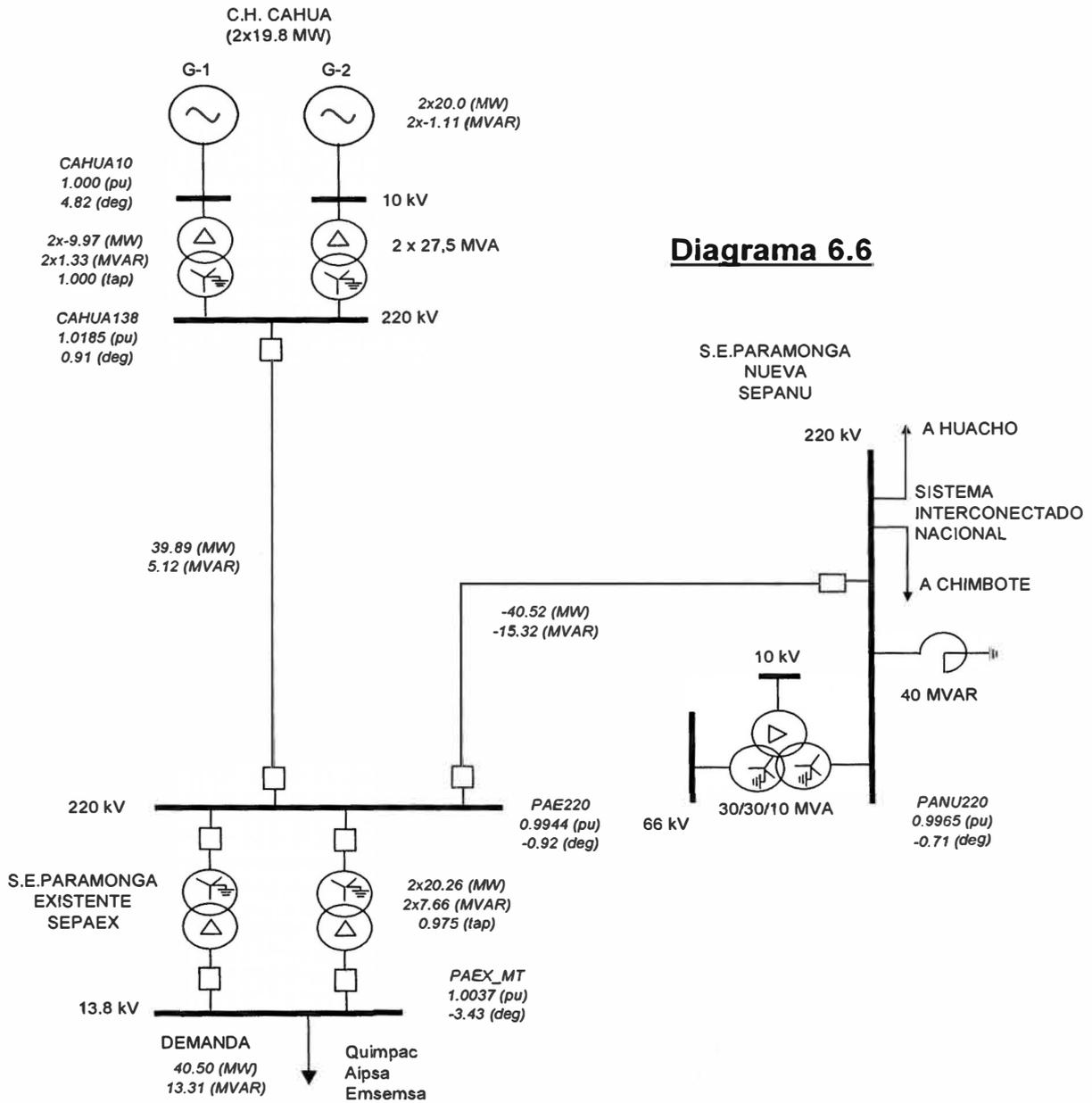


Diagrama 6.6

BIBLIOGRAFIA

- [1] Ley de Concesiones Eléctricas
Decreto Ley N° 25884 (19/ Noviembre 1992).
- [2] Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas
Decreto Supremo N° 009-1993-EM (25/Febrero/1993).
- [3] Procedimientos para Fijación de Precios Regulados
Resolución OSINERG N° 0001-2003-OS/CD.
- [4] Metodología de Asignación de Costos de la Red de Transporte en un Contexto de Regulación Abierta a la Competencia.
Tesis Doctoral Francisco Javier Rubio – Madrid 1999.