

ESTUDIO DEL PRIMER PLAN DE TRANSMISIÓN
CONCURSO COES N° 06/2009

INFORME FINAL – ANEXOS

Preparado para

COES

Julio 05, 2010

PRELIMINAR

MERCADOS
ENERGÉTICOS 
CONSULTORES



Merrill Energy LLC

PSR

Contenido

A. Criterios y Metodología para la Elaboración del Plan de Transmisión”, Resolución Ministerial N° 129-2009-MEM/DM	9
B. Analisis de la Información Suministrada.....	21
B.1Requerimiento de Información.....	21
B.2Proyección de la Demanda de Energía y Potencia.....	22
B.2.1 Ministerio de Energía y Minas (MEM).....	22
B.2.2 COES.....	25
B.2.3 Red de Energía del Perú (REP).....	28
B.3Nuevos Proyectos de Generación.....	28
B.3.1 Plan Referencial de Electricidad	28
B.3.2 Informe de Diagnóstico del COES	37
B.4Precios y Disponibilidad de Combustible para Generación Térmica	42
B.4.1 Plan Referencial de Electricidad del MEM.....	42
B.4.2 Informe de Diagnóstico del COES	46
B.4.3 Precios Referenciales de combustible.....	47
B.5Ampliación del Sistema de Transmisión.....	49
B.5.1 Plan Referencial de Electricidad del MEM.....	49
B.5.2 COES. Informe de Diagnóstico	59
B.5.3 Plan de Expansión de REP (2009 – 2018)	60
B.5.4 Plan de Expansión Transitorio	62
B.5.5 Plan de Expansión – Sistemas Secundarios de Transmisión.....	64
B.5.6 Conclusiones - Plan de Transmisión.....	65
B.6Criterios Técnicos de Operación del Sistema de Transmisión	66
C. Análisis de las Características de los Modelos de Simulación y Planificación a Emplear para Determinar el Plan de Transmisión	68
C.1 Modelos de Simulación y Planificación	68
C.2 Modelo PERSEO	68
C.3 Modelo DIGSILENT	69
C.4 Modelo TO/R con Minimización de Arrepentimiento Máximo.....	73

C.4.1	MINIMAX: Teoría y Algoritmos	73
C.4.2	MINIMAX: Especificaciones	76
C.4.3	El Software TO/R.....	78
C.4.4	Procedimientos para Actualización de las Bases de Datos	80
D.	Cálculo de Atributos (Metodología)	81
D.1	Introducción	81
D.2	HDN y MFI.....	81
D.3	N-1	82
D.4	Inversión	83
D.5	VPCT.....	83
D.6	VPPD.....	84
E.	Posibles Sobrecargas, Mayormente en los Sistemas de Distribución	85
F.	Capacidad Total de Transferencia (TTC) (North American Electric Reliability Council, 1996)	89
G.	Modelos, Información y Data a Ser Replicados en el Sistema Informatico del COES	91
G.1	Información para Acceso al Sitio FTP.....	91
G.2	Archivos Excel con los Futuros de Oferta y Demanda	91
G.3	Archivos de estudios de caso de despacho (modelo PERSEO).....	91
G.4	Archivos es estudio de caso de despacho de Flujo de Potencia (Modelo DigSilent) ..	93
H.	Resultados de los Estudios de Flujos de carga	94
I.	Resultados de los Estudios de Corto Circuito.....	189
J.	Resultados de los Estudios de Estabilidad.....	384

Figuras

Figura B.1 Proceso de Planificación Metodología TO/R – MINIMAX.	21
Figura B.2 Proyección de la demanda (Energía y Potencia) del MEM.	24
Figura B.3 Estimaciones de los Requerimientos de Potencia de los Grandes Proyectos (2009-2017).	25
Figura B.4 Esquema de la proyección de la demanda.	26
Figura B.5 Visión de Largo Plazo – Expansión de la Generación.	29
Figura B.6 Escenario de Demanda Base – Balance Oferta – Demanda SEIN.	35
Figura B.7 Escenario de Demanda Optimista – Balance Oferta – Demanda SEIN.	35
Figura B.8 Escenario de Demanda Conservador – Balance Oferta – Demanda SEIN.	36
Figura B.9 Costo Marginal del SEIN – Caso Base – Escenario de Demanda Medio.	36
Figura B.10 Expansión prevista de la red de gasoductos troncales.	42
Figura B.11 Oferta de Gas Natural de Camisea.	43
Figura B.12 Proyección del precio del Gas Natural de Camisea.	44
Figura B.13 Proyección del Precio del Petróleo Liviano de Bajo Azufre.	45
Figura B.14 Visión de Largo-Plazo – Expansión de la Transmisión Troncal.	50
Figura B.15 Visión de Largo Plazo – Transmisión Troncal, Desarrollo de la Estrategia – Mediano Plazo.	51
Figura B.16 Visión de Largo Plazo – Transmisión Troncal, Desarrollo de la Estrategia – Largo Plazo.	52
Figura B.17 Metodología Plan Corto Plazo.	61
Figura B.18 Metodología Plan Largo Plazo.	61
Figura C.1 DigSilent - Estructura Base de Datos.	70
Figura C.2 DigSilent - Acceso a datos vía diagrama unifilar.	72
Figura C.3 Modelos de usuario.	72
Figura C.4 Conflictos entre MINIMAX para múltiples atributos (objetivos).	76
Figura C.5 Diagrama de Flujo, Rutina MINMAX.	78
Figura D.1 HDN y MFI.	82
Figura D.2 Esquemático para definición del cálculo de N-1.	83
Figura E.1. Abastecimiento zona Lima.	87

Tablas

Tabla B.1 Proyectos Principales considerados en la Demanda	26
Tabla B.2 Factores de participación de la Demanda por zona.	27
Tabla B.3 Demanda proyectada – Año 2020.....	27
Tabla B.4 Proyección de demanda COES.....	27
Tabla B.5 Proyectos de Generación Candidatos – Centrales Hidroeléctricas.	30
Tabla B.6 Proyectos de Generación Candidatos – Centrales Térmicas.	31
Tabla B.7 Plan Referencial de Electricidad 2008-2017, Escenario de Demanda de Referencia.	32
Tabla B.8 Plan Referencial de Electricidad 2008-2017, Escenario de Demanda Optimista.	33
Tabla B.9 Plan Referencial de Electricidad 2008-2017, Escenario de Demanda Conservador.	34
Tabla B.10. Proyectos de Nueva Capacidad de Generación – Corto Plazo.	38
Tabla B.11 Proyectos de Nueva Capacidad de Generación – Largo Plazo.	39
Tabla B.12 Proyectos de Generación en Ejecución o Comprometidos 2009 – 2014.	39
Tabla B.13 Proyectos Candidatos de Generación Hidráulicos Medianos (2014 – 2020).	40
Tabla B.14 Grandes Proyectos Candidatos de Generación Hidráulicos (2014 – 2020).....	41
Tabla B.15 Proyectos Candidatos de Generación Térmica (2014 – 2020).	41
Tabla B.16 Precios Proyectados de Gas Natural para Generación Eléctrica.....	45
Tabla B.17 Precios de Energéticos Derivados del Petróleo.....	46
Tabla B.18 Proyección del Precio del Carbón.	46
Tabla B.19 Precios de Combustible.	47
Tabla B.20 Precios de Referencia de Combustibles líquidos.	48
Tabla B.21 Precio de Referencia del Carbón.	48
Tabla B.22 Plan de Expansión de la transmisión – Escenario de Demanda Base.	53
Tabla B.23 Plan de Expansión de la transmisión – Escenario de Demanda Optimista.	56
Tabla B.24 Plan de Expansión de la transmisión – Escenario de Demanda Conservador.	58
Tabla B.25 Programa de Obras de Transmisión 2009 – 2013.	60
Tabla B.26 Plan de Expansión de REP – 2010 – 2016.....	62
Tabla B.27 Plan Transitorio de Transmisión – Periodo 2007-2008.....	63
Tabla B.28 Plan de Expansión – Sistemas Secundarios – Líneas de Transmisión.....	65

Tabla B.29 Criterios Técnicos de Planificación a utilizar para determinar el Plan de Expansión.
.....67

Tabla C.1 Inversión y arrepentimiento.74

Tabla C.4 Arrepentimiento Máximo.76

Anexos