

**PROGRAMA DE APOYO A LA INTEGRACION DE HONDURAS EN EL MERCADO
ELECTRICO REGIONAL
CONTRATO DE PRÉSTAMO BID No. 3103/BL-HO
CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE CONSULTORÍA
Capacitación para el Uso y Manejo del Software Especializado PSS®E**

TÉRMINOS DE REFERENCIA

I. ANTECEDENTES

La ENEE ha efectuado con recursos de préstamos BID, fuertes inversiones en la modernización del Centro Nacional de Despacho (CND) que apoyan integralmente sus mecanismos de gestión en el marco de la implementación de la Ley General de la Industria Eléctrica (LGIE) dotándolo de equipos y software especializados para ajustarlo a condiciones modernas de funcionamiento, con el propósito de acercar su gestión a los más altos estándares internacionales de funcionamiento, además de la incorporación al Mercado Eléctrico Regional - MER en óptimas condiciones y la gestión de los recursos de generación de energía con el más alto grado de eficiencia y transparencia.

Actualmente, en el marco del Préstamo 3103/BL-HO “Programa de Apoyo a la Integración de Honduras en el Mercado Eléctrico Regional”, se han efectuado adquisiciones de software especializado para el uso del personal de la Gerencia de Despacho de Energía, el Centro Nacional de Despacho y la Gerencia de Generación de la ENEE, entre ellos el PSS®E con el propósito de realizar con mayor destreza y análisis avanzado de estudios de sistemas eléctricos en aplicaciones de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Para la implementación efectiva del Software se requiere capacitar un grupo de técnicos de la ENEE para lo que se llevará a cabo el concurso para la contratación de un experto que brinde esta capacitación para el uso y manejo del software PSS®E, siendo la Unidad Coordinadora del Programa UCP-BID-JICA/ENEE quién estará conduciendo el referido proceso al haber sido designada por la Gerencia General de la ENEE para la ejecución de los procesos de adquisición a financiarse con recursos del préstamo 3103/BL-HO.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Fortalecer la capacidad del personal técnico de ENEE en el análisis y estudio avanzado de sistemas eléctricos utilizando aplicaciones de generación, transmisión de energía eléctrica, haciendo uso de las características de integración de las funciones de cálculo y base de datos, combinando capacidad de modelado flexible y confiable con algoritmos altamente eficientes.

2.2 Específicos.

Mediante la capacitación del personal técnico de ENEE en el uso y manejo del PSS®E, se espera que el mismo pueda realizar las siguientes actividades:

- Planificar, diseñar y operar el sistema de potencia mediante cálculos que combinan modelos flexibles y altamente confiables.
- Analizar el desempeño del sistema eléctrico bajo variadas condiciones de operación, estudiando los efectos del cambio en configuraciones y equipos.
- Poner en aplicación casos prácticos del Software con proyectos a ser financiados por las operaciones financiadas con recursos del BID y/o recursos del Programa de aceleración de inversiones en energía renovable en países de bajos ingresos – SREP.

III. ALCANCE DE LOS SERVICIOS

Los servicios de capacitación tendrán una duración de 5 días equivalentes a cuarenta (40) horas, para el desarrollo del programa de capacitación acordado con el consultor, se impartirá a un máximo de doce (12) técnicos de ENEE de varias dependencias tanto de la Gerencia de Despacho de Energía, Gerencia de Generación y la Gerencia de Transmisión, asignados para el uso, manejo y la aplicación del software. El programa de capacitación se desarrollará bajo el esquema “aprender-haciendo”, que mediante una combinación de actividades teóricas y prácticas para que los participantes puedan aplicar los conceptos recibidos. Planteando ejercicios prácticos que deberán ser aplicables a modelos similares al Sistema Eléctrico Nacional, es decir las aplicables a la realidad nacional en el marco de las actividades cotidianas de la ENEE.

El consultor deberá presentar para su aprobación a la Gerencia de Despacho de Energía el Programa de Capacitación con los temas y ejercicios de acuerdo a la realidad nacional, una semana previa a la capacitación, dicho Programa de Capacitación deberá contener pero no limitarse a los siguientes temas y actividades:

- I. Simulación del sistema eléctrico nacional, considerando la composición de la matriz de generación y la estructura de funcionamiento del sector eléctrico hondureño (La Base de Datos para realizar la Simulación será suministrada por la Gerencia de Despacho de Energía).
- II. Programa de capacitación teórica y práctica, incluyendo como mínimo las siguientes áreas temáticas y ejercicios:

Visión General de los Modelos Genéricos: Utilizando Plantillas

- Descripción del modelo.
- Descripción de biblioteca de plantillas.
- Estructura de la plantilla.
- Parámetros del modelo.
- Personalización del modelo.
- Ejecución de simulaciones.
- Plantillas:
 - Generador de turbina de viento (WTG) con convertidor conectado a red.
 - Generador de inducción doblemente alimentado (DFIG)-WTG.
 - Modelo genérico fotovoltaicos (PV).
 - Sistema de almacenamiento de energía de la batería.

Ejercicio 1: Configuración de un modelo de Parque de viento (simulaciones de estado estacionario).

Armar el modelo de granja de viento (caso de estudio).

Ejecutar el análisis de flujo de carga.

Introducción al parque del viento red código cumplimiento análisis con respecto a:

Gestión de energía reactiva.

Compensación.

Límites de tensión.

Límites de potencia reactiva en generadores.

Capacidad reactiva de la curva de potencia.

Ejercicio 2: Configuración de un modelo de parque fotovoltaico (simulaciones de estado estacionario).

Armar el modelo de parque fotovoltaico (caso de estudio).

Ejecutar el análisis de flujo de carga.

Introducción al parque fotovoltaico red código cumplimiento análisis con respecto a:

Gestión de energía reactiva.

Compensación.
Límites de tensión.
Límites de potencia reactiva en generadores.
Capacidad reactiva de la curva de potencia.

Ejercicio 3: Compensación de Potencia Reactiva
Requisitos en el punto de acoplamiento común (PCC).
Diseño de capacidad/compensación de energía reactiva: Introducción.
PQ las capacidades de un parque eólico.
PQ las capacidades de un parque fotovoltaico.
Ajuste de la curva PQ en una granja de viento en PSS®E .
Ajuste de la curva PQ en un parque fotovoltaico en PSS®E.

Análisis de Corto Circuito

- Introducción al análisis del cortocircuito.
- Análisis de cortocircuito: métodos.
- Contribución de generadores eólicos de cortocircuito.
- Cómo modelar las contribuciones de avería.
- Método de iteración actual.

Ejercicio 4: Análisis Corto Circuito

Requerimientos de datos, uso del generador estático de análisis de fallas.

Introducción a las funciones de Estabilidad (RMS Simulation)

- Definición de simulación de eventos.
- Definir las Variables de resultado.
- Presentación de los resultados.

Introducción al modelo de WTG con convertidor conectado a red

- Modelo con convertidor completamente clasificada.
- Descripción del modelo dinámico.

Ejercicio 5: Generador de turbina de viento (FRT) con convertidor conectado a red.

Un sólo aerogenerador.

Escala del modelo para la representación de un parque eólico.

Estado estacionario y estudios dinámicos del modelo de granja eólica.

Introducción a DFIG-WTG

- Modelo de un generador de inducción doblemente alimentado.
- Descripción del modelo dinámico.
- Uso de los mecanismos de protección incorporado.

Ejercicio 6: DFIG

Cambiar el número de máquinas paralelas.

Cambiar la potencia de la WTG.

Probar la configuración de los diferentes controladores.

Ejecutar diferentes simulaciones.

Ejercicio 7: Modelo Genérico Fotovoltaico

Uso y configuración del modelo PV.

Preguntas y respuestas.

Evaluación del seminario.

Estabilidad en Sistemas Eléctricos de Potencia

- Introducción. Definición de estabilidad. Problema de estabilidad
- Clasificación y descripción general:

- Estabilidad angular
- Estabilidad de tensión
- Estabilidad de frecuencia

Estabilidad Angular Transitoria

- Formulación del problema.
- Fundamentos electromecánicos de la máquina sincrónica: Modelo del generador sincrónico, ecuación de oscilación, constante de inercia, elementos de control del generador: AVR, Gobernador.
- Definición de los puntos estables e inestables de operación.
- Criterio de áreas iguales para el análisis de estabilidad transitoria: Ejemplo del cálculo.
- Resolución de la ecuación de oscilación de la máquina. Métodos numéricos, error de cálculo, consideraciones del paso de integración.

Manejo de la función de estabilidad en PSS®E

- Inicialización: Modelos y red.
- Simulación de transitorios electro-mecánicos (RMS) vs. Transitorios electromagnéticos EMT.
- Definición de eventos: cortocircuitos, circuitos abiertos, eventos de carga, etc.
- Eventos de parámetro, de maniobra, de máquina.
- Visualización de resultados. Instrumentos Virtuales.

Sección de Ejercitación de Estabilidad:

- Análisis de la estabilidad angular en un sistema multi-máquina. Ejemplo: Sistemas de una sola máquina, Sistema de P.M. Anderson, Sistemas IEEE 39 barras
- Cálculo del tiempo crítico de despeje de fallas.

Estabilidad Oscilatoria (o Dinámica de pequeña señal)

- Formulación del problema: Linealización de modelos.
- Conceptos principales
- Estabilidad angular de pequeña señal o dinámica.

Cálculo de auto valores en PSS/E.

- Modos de oscilación. Inter-áreas, modos locales dentro planta.
- Graficación y análisis de los resultados.

Ejercicio 8

Cálculo de auto valores en el sistema multi-máquina

Análisis comparativo

Estabilidad de Tensión

- Conceptos principales sobre estabilidad de tensión: Problema de soporte de reactivos, Control Q-V.
- Clasificación de la estabilidad de Voltaje.
- Requerimientos del modelado.
- Colapso de tensión: Punto Crítico.
- Curvas P-U y U-Q

Generación de curvas P-U y U-Q mediante script DPL

- Modelos Dinámicos.
- Armado del modelo completo de planta.
- El elemento compuesto. Frames.
- Elementos DSL.
- Bloques.
- Función transferencia.

Ejercicio 9

- Modelado de AVR en el sistema de una máquina

- Análisis de la respuesta en lazo abierto y lazo cerrado.
- Influencia en la estabilidad de pequeña señal
- Influencia en el tiempo crítico de despeje de falla

Estabilidad de Frecuencia

- Conceptos principales: Respuesta inercial, efecto del amortiguamiento, Respuesta de la demanda.
- Control de potencia activa y frecuencia.
- Regulación primaria y secundaria.
- Requerimientos del modelado.
- Opciones avanzadas para el análisis en estado estacionario
- Cálculo de la desviación de frecuencia

III. Manual de funcionamiento incluirá pero no se limitara a:

- a. Ejercicios del sistema eléctrico nacional.
- b. Aplicación de la Simulación de los ejercicios del sistema eléctrico nacional.
- c. Interpretación de la Simulación de los ejercicios del sistema eléctrico nacional.
- d. Definición de Acciones a realizar por parte de la Gerencia de Despacho de Energía sobre la Interpretación de la Simulación de los ejercicios del sistema eléctrico nacional.

Además el Programa de capacitación contendrá los requerimientos de equipo (computadoras) para el desarrollo de la capacitación así como de otros implementos (datashow, papelería, etc.). Una vez que el Consultor cuente con la aprobación al Programa de Capacitación por parte de la Gerencia de Despacho de Energía, el consultor deberá desarrollar los materiales y ejercicios para la capacitación. Al final de la capacitación presentará un informe sobre la ejecución del programa y sus recomendaciones.

Con los conocimientos adquiridos los participantes deberán ser capaces de analizar mediante el uso del PSS/E como herramienta para la modelación y simulación de sistemas de potencia, la estabilidad del sistema de potencia, interpretar resultados, visualización de resultados, criterios de despeje de fallas, análisis comparativo, análisis de estabilidad de voltaje, frecuencias y desviaciones de frecuencias entre otras áreas.

IV. Coordinación y Supervisión

La coordinación y supervisión de las actividades del Consultor seleccionado será responsabilidad del Ing. José Humberto Moncada, Jefe de la Gerencia de Despacho de Energía y del Centro Nacional de Despacho (CND).

V. Logística Institucional

La ENEE proporcionará al consultor las facilidades requeridas para la ejecución del seminario - taller de capacitación, no obstante, el consultor efectuará las actividades de preparación de la capacitación y de su informe en sus propias instalaciones.

VI. Calificaciones del experto

El Profesional debe cumplir con las siguientes calificaciones mínimas:

- **Grado Académico:** Profesional Universitario con título académico a nivel de Ingeniero electricista.
Se valorará Maestría o Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en temas de Sistema Eléctrico de Potencia, Sistemas de Protección, Estabilidad Transitoria y

Dinámica o Sistema de Control.

- **Experiencia General:** Experiencia profesional general de 5 años contados a partir de la fecha de obtención de su título universitario en planeamiento de la transmisión, generación, optimización de sistemas eléctricos o expansión y operación de mercados eléctricos.
- **Experiencia Específica:** Al menos dos (2) años en investigación en sistemas sobre simulación de sistemas de potencia, simulación dinámica y estado estacionario. Experiencia específica en análisis y aplicación de modelos de simulación de PSS/E u otros programas similares de simulación de sistemas eléctricos de potencia. -Al menos tres (3) capacitaciones certificadas impartidas a grupos técnicos especializados sobre software especializado PSS®E. -Al menos tres (3) publicaciones efectuadas en materia de simulaciones y flujos de potencia.

VII. Duración y Condiciones de la Consultoría

El Consultor tomará como fundamento la información proporcionada en estos Términos de Referencia, al igual que la proporcionada por la Gerencia de Despacho de Energía referente a la aprobación del programa de capacitación y sus contenidos, incluyendo ejercicios o propuestas de metodología de formación, organización del seminario- taller, perfil de participantes entre otros.

El Consultor respetará en todo momento los derechos de autor en cada uno de los parámetros, datos, descripciones, aseveraciones, etc. que no sean de su propia autoría.

Tanto el programa de capacitación como los informes (debidamente firmados) solicitados deben ser entregados en versión impresa original y dos (2) copias, y tres (3) copias en versión digital en un Disco Compacto (CD), utilizando archivos o programas que apliquen.

Se estima que el plazo de ejecución de los servicios tendrá una duración de cuarenta y cinco (45) días Calendario, contados a partir de la fecha en que se suscriba el respectivo contrato, con un tiempo estimado de esfuerzo-persona de quince (15) días calendario.

VIII. Presupuesto y Forma de pago

Se estima un presupuesto que incluye los honorarios, gastos e impuestos. La contratación se hará a través del Contrato bajo la modalidad de suma global contra la entrega de cada producto descrito en el siguiente cuadro y conforme a los porcentajes indicados.

No. de Pago	Porcentaje del monto del contrato	Detalle del pago/Producto esperado
Primer pago	10% del contrato	Producto 1: Contra la firma del contrato y presentación de Plan de Trabajo aprobado por la Gerencia de Despacho de Energía.
Segundo pago	30% del contrato	Producto 2: Programa de Capacitación y ejercicios aprobado por la Gerencia de Despacho de Energía.
Tercer pago	60% del contrato	Producto 3: Manual de funcionamiento y de los ejercicios del Software y Informe de la Capacitación y Recomendaciones aceptado por la Gerencia de Despacho de Energía.

El (La) Consultor recibirá su pago mediante transferencia bancaria internacional.

La ENEE pagará al Consultor con recursos del Contrato de Préstamo BID No.3103/BL-HO, por los servicios contratados, pagaderos en dólares americanos y dentro de los treinta (30) días contados a partir de la presentación por **el consultor (a)**, y aprobación del **CONTRATANTE**, de la solicitud de pago y el informe o producto de acuerdo a lo previsto en el Anexo A Términos de Referencia.

Los Ingresos brutos obtenidos de fuente hondureña por personas naturales y jurídicas no residentes y no domiciliadas en el país, de conformidad con la Ley del Impuesto Sobre la Renta, Decreto 182-2012, Artículo 5, inciso (3), de cada pago sobre el valor de honorarios profesionales se retendrá 25% por concepto de Impuesto sobre la Renta. (www.dei.gob.hn), Las Personas Jurídicas de Derecho Público y Derecho Privado, que efectúen pagos o constituyan créditos a favor de personas naturales o jurídicas residentes en Honduras, no exoneradas del impuesto sobre la renta, deberán retener y enterar al fisco el doce punto cinco por ciento (12.5%) del monto de los pagos o créditos que efectúen por concepto de honorarios profesionales, de conformidad al Art. No. 50 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta.

Los proveedores o consultores nacionales deben de acogerse al Acuerdo 189/2014 “Reglamento del Régimen de Facturación, otros Documentos Fiscales y Registro Fiscal de Imprentas”.

Los pagos se efectuarán contra la presentación de los productos descritos en el cuadro anterior en versión impresa y electrónica aprobada por la Gerencia de Despacho de Energía y acompañada de facturas y/o recibos originales emitidos por el Consultor.

IX. Productos esperados

Los servicios esperados que presentara el Consultor, deben ser entregados en versión impresa un (1) original con dos (2) copias, debidamente firmados; y tres (3) copias en versión digital cada copia en un Disco Compacto (CD), utilizando archivos o programas que apliquen.

Producto	Descripción
No. 1	Plan de Trabajo aprobado por la Gerencia de Despacho de Energía.
No. 2	Programa de Capacitación y ejercicios aprobado por la Gerencia de Despacho de Energía.
No. 3	Manual de funcionamiento y de los ejercicios del Software e Informe de la Capacitación y Recomendaciones aceptado por la Gerencia de Despacho de Energía.

X. Criterios De Evaluación

Los criterios de evaluación no ponderables y ponderables que se presentan a continuación constituyen el marco de referencia para la evaluación que debe efectuar el Comité de Evaluación de cada uno de los candidatos participantes. Los cuadros abajo descritos se han elaborado en base a la política de adquisiciones para este tipo de concursos.

Criterios No-Ponderables (Cumple/No Cumple)

No.	CRITERIOS DE EVALUACION
1	El consultor/a tiene que ser nacional o de país miembro del Banco (BID)
2	El consultor/a debe poseer un título académico a nivel universitario de ingeniero electricista

Criterios Ponderables

Nº	Factores y metodología de asignación de puntaje	Detalle de Puntos	Puntaje máximo
1	Se valorará Maestría o Doctorado en Ciencias en Ingeniería Eléctrica en temas de Sistema Eléctrico de Potencia, Sistemas de Protección, Estabilidad Transitoria y Dinámica o Sistema de Control	5	5

N°	Factores y metodología de asignación de puntaje	Detalle de Puntos	Puntaje máximo
2	EXPERIENCIA GENERAL		20
2.1	Experiencia profesional general de 5 años contados a partir de la fecha de obtención de su título universitario en planeamiento de la transmisión, generación, optimización de sistemas eléctricos o expansión y operación de mercados eléctricos.		
	De 5 a 6 años	15	
	De 7 a 8 años	18	
	Mayor de 8 años	20	
3	EXPERIENCIA PROFESIONAL ESPECIFICA		75
3.1	Al menos dos (2) años en investigación en sistemas sobre simulación de sistemas de potencia, simulación dinámica y estado estacionario		20
	De 2 a 3 años	15	
	De 4 a 5 años	18	
	Mayor de 5 años	20	
3.2	Experiencia específica en análisis y aplicación de modelos de simulación de PSS/E u otros programas similares de simulación de sistemas eléctricos de potencia.		15
	Mayor que 4 e igual a 6 años	10	
	Mayor que 6 e igual a 8 años	13	
	Mayor que 8 años	15	
3.3	Al menos tres (3) capacitaciones certificadas impartidas a grupos técnicos especializados sobre software especializado PSS®E .		20
	De 3 a 4	10	
	De 5 a 6	15	
	Mayor que 6 o más	20	
3.4	Al menos tres (3) publicaciones efectuadas en materia de simulaciones y flujos de potencia.		20
	De 3 a 5	15	
	De 6 a 7	18	
	De 8 o más	20	
	TOTAL		100

Nota: El puntaje mínimo requerido para calificar será de **70** puntos.

XI. Confidencialidad

Durante la vigencia del Contrato y por el período de dos años siguientes a su finalización, El Consultor no podrá entregar, difundir y/o revelar ninguna información confidencial o de propiedad del Contratante y relacionada con los servicios, las actividades u operaciones de esta consultoría; sin haber obtenido previamente autorización por escrito por parte del Contratante.