

Experiencia en la modelación del proceso de información en la compra – venta de energía en el mercado eléctrico deregulado en Nicaragua – - Desde el punto de vista del Centro Nacional de Despacho de Carga-

Norman Vargas Chévez, Leonel Plazaola, Johnny Flores

norman.vargas@uni.edu.ni, leonel.plazaola@uni.edu.ni, wjflores@uni.edu.ni

Facultad de Electrotecnia y Computación
Universidad Nacional de Ingeniería

Resumen.

A partir de la segunda mitad de la década del 90, Nicaragua ha iniciado un proceso de reforma a la Industria Eléctrica. Como producto de este proceso, el Instituto Nicaragüense de Electricidad (INE) como compañía monopólica estatal se ha desegmentado en empresas independientes, permitiendo además el ingreso de inversionistas privados a la Industria Eléctrica. Este nuevo marco se desarrolla sobre la base de la libre competencia entre las compañías Distribuidoras y las Generadoras, donde el producto transado es energía eléctrica. El Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC), es llamado a administrar el mercado, cumpliendo nuevas responsabilidades y/o modificando las existentes para facilitar las transacciones económicas, y operar el sistema en forma independiente, con la seguridad que demanda un sistema eléctrico Nacional, sin sacrificar la libre competencia.

En este artículo se realiza un análisis del proceso de información en la compra – venta de energía desde el punto de vista del Centro Nacional de Despacho de Carga considerando como fuente de información la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, las Normativas de Operación vigente y entrevistas realizadas a los participantes del Mercado Eléctrico en Nicaragua. Para presentar el resultado del análisis del proceso de información en la compra – venta de energía se utilizó el Lenguaje de Modelación Unificado (UML) como herramienta para modelar el proceso de información en la compra – venta de energía eléctrica.

Keywords: *UML, Mercado Eléctrico*

Currículo del autor

Norman Vargas: Recibió su título de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en el 2002. Su tesis fue en el área de Control Industrial y Sistema de Información. El es actualmente un estudiante de Doctorado del Real Instituto Tecnológico de Suecia (KTH), es miembro del Grupo de docente y de Investigadores de la facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI. Su foco de investigación esta en el área de Control Industrial y Sistema de Información, con un enfoque en la alineación de los procesos de Negocio y Tecnología de la Información. El ha ocupado posiciones académicas sirviendo como Investigador y docente para la UNI desde el 2002.

I. INTRODUCCION (Reseña de la Industria eléctrica en Nicaragua, 1958 – 1994)

En 1958, el Gobierno de Nicaragua crea la Empresa Nacional de Luz y Fuerza (ENALUF), a fin de iniciar un programa de electrificación, conformando además el Sistema Interconectado Nacional (SIN), con el objetivo de conectar los sistemas eléctricos aislados existentes en un solo sistema. En este periodo, se mantuvieron las empresas privadas, particularmente en el área de distribución en ese entonces se crearon varias cooperativas de electrificación rural [1].

Esta situación cambia radicalmente en 1979 con el triunfo de la Revolución Popular Sandinista, cuando se dio la creación del Instituto Nicaragüense de Energía (INE) y la posterior nacionalización de todas las empresas privadas incluyendo las cooperativas de electrificación rural [1].

De esta forma la Industria Eléctrica en Nicaragua se constituyó en los años 80 como un monopolio de propiedad estatal con completa integración vertical. Además, el Gobierno asigna al INE funciones relacionadas con los hidrocarburos y las fuentes alternas de energía, así como la planificación energética, de forma que dicho instituto se convirtió en el rector del sector energético. También, se le adscribió la Empresa de Petróleo de Nicaragua (PETRONIC), la cual tenía como función principal la incorporación de los suministros de hidrocarburos para el país. En resumen, en una sola institución, se concentraban las funciones normativas, regulatorias y empresariales del sector energético [1].

En abril de 1992 se dio el primer cambio a esta estructura con la reforma a la Ley Orgánica del INE¹, la cual contempla la posibilidad que el INE delegara, firmara contratos u otorgará concesiones para el desarrollo de proyectos energéticos o de sistemas eléctricos específicos. Bajo estas cláusulas se negociaron los contratos para la exploración, explotación y desarrollo del campo geotérmico San Jacinto Tizate y para la instalación y operación de una central constituida por unidades diesel con una capacidad total de 28.5 MW.

La Industria Eléctrica estaba conformada entonces por el INE como empresa verticalmente integrada con generación, el monopolio de la transmisión y la distribución y por una empresa de producción INTERGEOTERM, esta última fue quien obtuvo la concesión para la exploración del campo geotérmico en San Jacinto Tizate.

A finales de 1994 con el objetivo de organizar una empresa estatal con orientación comercial para el suministro de energía eléctrica, se crea la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), la cual asumió las funciones de generación, transmisión, distribución y comercialización, constituyendo siempre un monopolio estatal con integración vertical. La función de regulación y normación quedó como función del INE. (Ver figura 1)

¹ Ley No. 271 Publicada en la Gaceta Diario Oficial, No. 63, 01 de abril de 1998

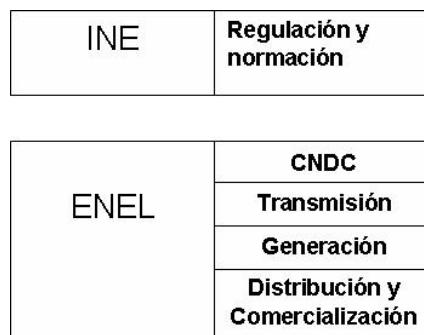


Figura 1: La industria eléctrica a finales de 1994

Este monopolio realizaba actividades de tipo comercial. Además, en este periodo, la Industria Eléctrica de Nicaragua tiene un índice de electrificación de 52%, con un consumo de energía eléctrica promedio anual de 270 Kwh. / habitantes situándose con el menor crecimiento en la capacidad instalada de América Latina en comparación con el promedio de América Latina, que es de 1300 Kwh. por habitantes.

Estos datos presentan un déficit para cubrir la demanda del país para lo cual se recurría a compras de energía a países vecinos. Ante esta situación y la combinación de factores tales como los compromisos con agencias internacionales de financiamiento y los escasos o inexistentes fondos de inversión en la industria eléctrica hacen que el Gobierno de Nicaragua tome la decisión de iniciar un proceso de privatización de ENEL, en 1998. Este proceso que incluye crear el marco legal que facilite la apertura a la inversión privada a algunas de las funciones de ENEL en un ambiente de competencia.

II. Reseña de la Empresa Eléctrica en Nicaragua a partir de 1994.

En el caso específico de Nicaragua, se han aprobado las leyes de Inversiones Extranjeras y de la Industria Eléctrica², con sus respectivos reglamentos³, así como la Ley de Reforma a la Ley Orgánica del Instituto INE, con el propósito de atraer y promover la participación privada nacional o extranjera en la generación y distribución de energía eléctrica. Actualmente el Gobierno de la República de Nicaragua está brindando las facilidades a los inversionistas extranjeros interesados en invertir en proyectos de generación eléctrica, aprovechando la existencia de recursos geotérmicos e hidroeléctricos, cuya explotación puede ser de especial interés para los inversionistas.

La Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, en el Arto. 130, dice que se exonera por tres años de todos los gravámenes, la importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente a la generación, transmisión, distribución y comercialización de la oferta y suministro de energía eléctrica para uso público. Adicionalmente el Arto. 131, dice que los combustibles utilizados para la generación eléctrica de uso público, quedan exonerados de manera indefinida de cualquier gravamen.

² Ley No.272 Ley de la Industria eléctrica publicada en la Gaceta diario oficial, No. 74, 23 de junio de 1998.

³ Decreto No. 42 – 98 Reglamento a la ley de la Industria eléctrica, publicado en la Gaceta diario oficial, No. 116, 23 de junio de 1998.

III.El Mercado Eléctrico en Nicaragua posterior a la Reforma de la Industria Eléctrica

Posterior a la Reforma de la Industria Eléctrica, el nuevo mercado eléctrico en Nicaragua queda compuesto por los siguientes actores:

- Agente Consumidor: Agente del Mercado que compra a nivel mayorista energía eléctrica y que representan consumo ya sea consumo propio o de clientes que comercializa [2] [3].
- Agente Productor: Agente del Mercado que vende generación a nivel mayorista ya sea producción propia o de terceros que comercializa [2] [3].
- Agente Transmisor: Agente del Mercado que presta el servicio de transporte de la energía eléctrica [2] [3].
- INE: Ente regulador del mercado eléctrico [2] [3].
- CNDC: Es la unidad responsable de la operación del Sistema Interconectado Nacional [2] [3].
- Agente Externo: Empresa autorizada a participar en el Mercado Mayorista o a desarrollar actividades eléctricas en otro país, que acuerda la venta de energía a un Agente del Mercado a través de un contrato de exportación [2] [3].
- La Comisión Nacional de Energía (CNE): es el organismo rector del sector energético en el país, a cargo de la formulación de los objetivos, política, estrategias y directrices generales, así como de la planificación indicativa del sector energético [2] [3].

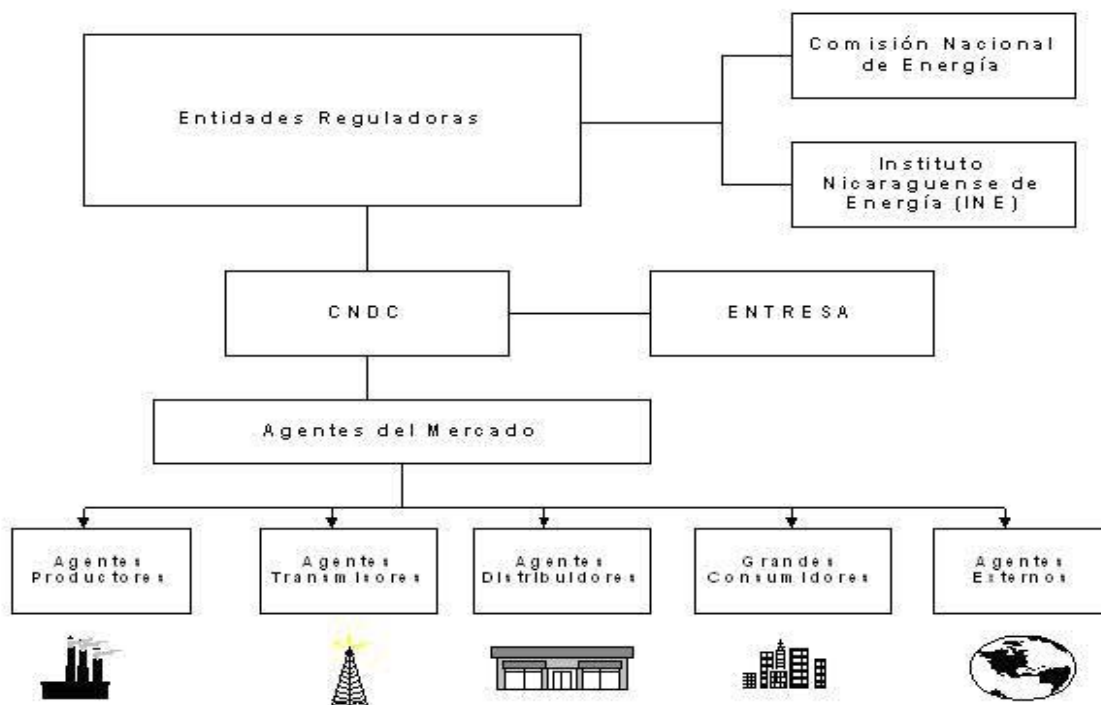


Figura 2: Muestra la organización del Mercado Eléctrico Mayorista en Nicaragua, después de la reforma a la Industria eléctrica

Como se puede apreciar en la figura 2, las máximas autoridades son las entidades reguladoras en este caso representadas por el INE y el CNE quienes estarán velando por el cumplimiento de las leyes que rigen el mercado eléctrico.

IV. EL LENGUAJE DE MODELACION UNIFICADO

El Lenguaje de Modelación Unificado (Unified Modeling Language, UML) emergió en los 90's, producto de la unificación de varias técnicas de modelación Orientada a Objeto. UML surge como una alternativa de establecer un lenguaje de modelación estándar, con el objetivo de evitar confusión entre los modeladores que utilizaban técnicas de modelación orientada a objetos distintas en notación como: OMT, Booch, OOSE, etc.

A pesar de que UML evolucionó primeramente de varias técnicas de modelación orientada a objeto de segunda generación⁴(en nivel de notación), UML se extiende más allá de sus predecesores en notación, por que brinda a los modeladores una variedad de elementos de modelo, diagramas y mecanismo generales para realizar modelos de procesos o sistemas de interés.

El amplio alcance en la notación de UML es adoptado por herramientas CASE⁵ de modelación como Rational Rose, Rapsody, Microsoft Visio 2003, etc. De la variedad de herramientas CASE de modelación disponibles, en este artículo se pretende implementar la notación de UML a través de Microsoft Visio2003, por disponer de la notación completa de UML y por su disponibilidad de uso.

La modelación se enfocará en el proceso de información en la compra – venta de energía que se realiza entre los Agentes Productores y Agentes Consumidores del mercado eléctrico deregulado desde el punto de vista del Centro de Control del Mercado Eléctrico deregulado en Nicaragua. Para realizar la modelación del proceso compra – venta se debe seleccionar de los 9 diagramas que UML ofrece a los modeladores el más indicado para realizar esta modelación.

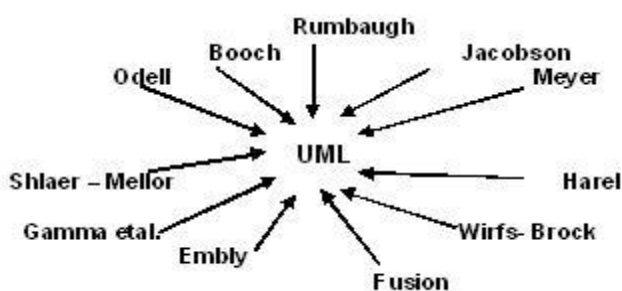


Figura 3: Unificación de los lenguajes de modelación.

⁴ Método orientado a objeto de segunda generación con respecto a los métodos previos a UML como Booch, Rumbaugh, Jacobson, etc. Considerado la primera generación.

⁵ Entiéndase por herramienta CASE a la tecnología Ingeniería de Sistemas Asistida por Ordenador (*Computer – Aided Systems Engineering*, o CASE), es decir herramientas que está disponible como software para computadoras.

V. Escogencia de los diagramas de UML para realizar la modelación del proceso de información compra – venta de energía del Mercado Eléctrico Deregulado

UML en su notación incluye nueve tipos de diagramas para realizar la modelación de procesos o sistemas de interés, estos son: Diagramas de Caso de Uso, Diagramas de Clase, Diagramas de Objeto, Diagramas de Componente, Diagramas de Estado, Diagramas de Actividad, Diagramas de Despliegue, Diagramas de Secuencia y Diagramas de Colaboración[5] [6] [7] .

Los Diagramas de Componentes son usados en el área de la programación por que modelan componentes de código fuente, binario y ejecutable. Los Diagramas de Despliegue se utilizan para modelar la arquitectura física de los recursos de computadoras [7]. Para los fines u objetivos de modelación del proceso de información en la compra – venta de energía eléctrica estos diagramas no tiene ningún uso, por lo que se descartan desde el inicio.

De los sietes diagramas restantes de UML encontramos que los Diagramas de Clase y los Diagramas de Objeto se emplean para modelar la relación entre las clases y los objetos [7]. Ambos diagramas relacionan a las clases y a los objetos por asociación, agregación, dependencia y generalización. Estos tipos de diagramas son útiles pero no esenciales para modelar el proceso de información en la compra – venta de energía entre entidades del mercado eléctrico de Nicaragua.

Los Diagramas de Colaboración y los Diagramas de Secuencias son una extensión de los Diagramas de Objeto. Los Diagramas de Secuencia relacionan a los objetos desde el punto de vista de la secuencia de mensaje que se realiza en un intervalo de tiempo determinado por el proceso o sistema a modelar [7]. La presencia del tiempo en los modelos desarrollado con los Diagramas de Secuencia solo permite visualizar el intercambio de información que se realiza entre los objetos en un instante del tiempo predeterminado en el proceso o en sistema de interés a modelar, los eventos ajenos al proceso o sistema de interés a modelar. Por lo tanto estos Diagramas de Secuencia no serán utilizados en la modelación del proceso de información en la compra - venta de energía por que no todos los subprocesos que forman parte del proceso compra – venta está en función del tiempo o no está explícitamente definidos expresa y formalmente el tiempo por lo tanto los Diagramas de Secuencia no son tan relevantes para realizar la modelación de interés.

Los Diagramas de Colaboración a diferencia de los Diagramas de Objeto relacionan a los objetos desde el punto de vista del orden que envían y reciben los mensajes los objetos que participan en un proceso o en un sistema de interés.

Los Diagramas de Colaboración son ideales para realizar la modelación del intercambio de información que existe entre los agentes del mercado eléctrico en el proceso o sistema a modelar desde el punto de vista del orden que envían y reciben los mensajes los objetos. Los modelos hechos a través de los Diagramas de Colaboración se emplean cuando no existe una organización bien definida de cada una de las actividades que realiza cada uno de los participantes del modelo a realizar. Por lo que es necesario primero organizar cada una de las actividades que realizan cada uno de los participantes

del modelo y luego modelar la secuencia de mensaje que existe en el proceso o sistema de interés a modelar. Este tipo de diagrama es útil pero no esencial para modelar el proceso de información en la compra – venta de energía entre entidades del mercado eléctrico en Nicaragua.

Los Diagramas de Estado a diferencia de los Diagramas de Actividad se utilizan para modelar cada una de las actividades que se realizan en los procesos o en los sistemas de interés [7]. Estos Diagramas tienen la desventaja que no permite definir que entidad realiza una actividad determinada en el proceso o sistema a modelar, por lo tanto no son completos como los Diagramas de Actividad. Se considera en este artículo que el Diagrama de Actividad ya contiene la información que se requiere del proceso y no es necesario usar el Diagrama de Estado para realizar la modelación.

Los Diagramas de Actividad son una excelente alternativa para realizar la modelación de procesos o sistemas donde no existe una organización definida de las actividades para cada uno de los participantes del proceso o sistema a modelar. Los Diagramas de Actividad se caracterizan por que permiten organizar la información que existe en los procesos o sistemas de interés a través de modelos. Por las características anteriormente mencionadas los Diagramas de Actividad son una alternativa que usaremos para realizar el modelo del proceso compra – venta de electricidad del mercado eléctrico.

Un último diagrama por analizar son los Diagramas de Caso de Uso que al igual que los Diagramas de Actividad, permiten organizar la información que existe en los procesos o en los sistemas de interés [7]. Además los Diagramas de Caso de Uso permiten ser complemento para los Diagramas de Actividad por el carácter descriptivo que presentan a través de los Casos de Uso. Este Diagrama será utilizado en este artículo para realizar la modelación del proceso compra – venta de electricidad del mercado eléctrico.

VI. Ejemplos de modelación del proceso de información en la compra – venta de energía del MED usando los Diagramas de Caso de Uso

El proceso de información en la compra – venta de energía esta formado por una serie de subprocesos que son utilizados para describir de manera detallada cada una de las actividades o ciclos que se desarrollan en el proceso de información en la compra – venta de energía. Esto significa que cada subproceso es representado por un Caso de Uso. Podemos afirmar que en el proceso de información en la compra – venta de energía hemos identificado los siguientes Casos de Uso: Predespacho, Despacho, Redespacho, Pos despacho, Contingencia y Cobro [2] [3].

El propósito primario de hacer uso de los Casos de Uso el proceso compra – venta de electricidad es que permiten:

- Identificar cada uno de los subprocesos que forman parte del proceso compra – venta de electricidad.
- Organizar la información dispersa que forman parte de este proceso.

A continuación se presenta el Diagrama de Caso de Uso del proceso de información en la Compra – Venta de energía del MED:

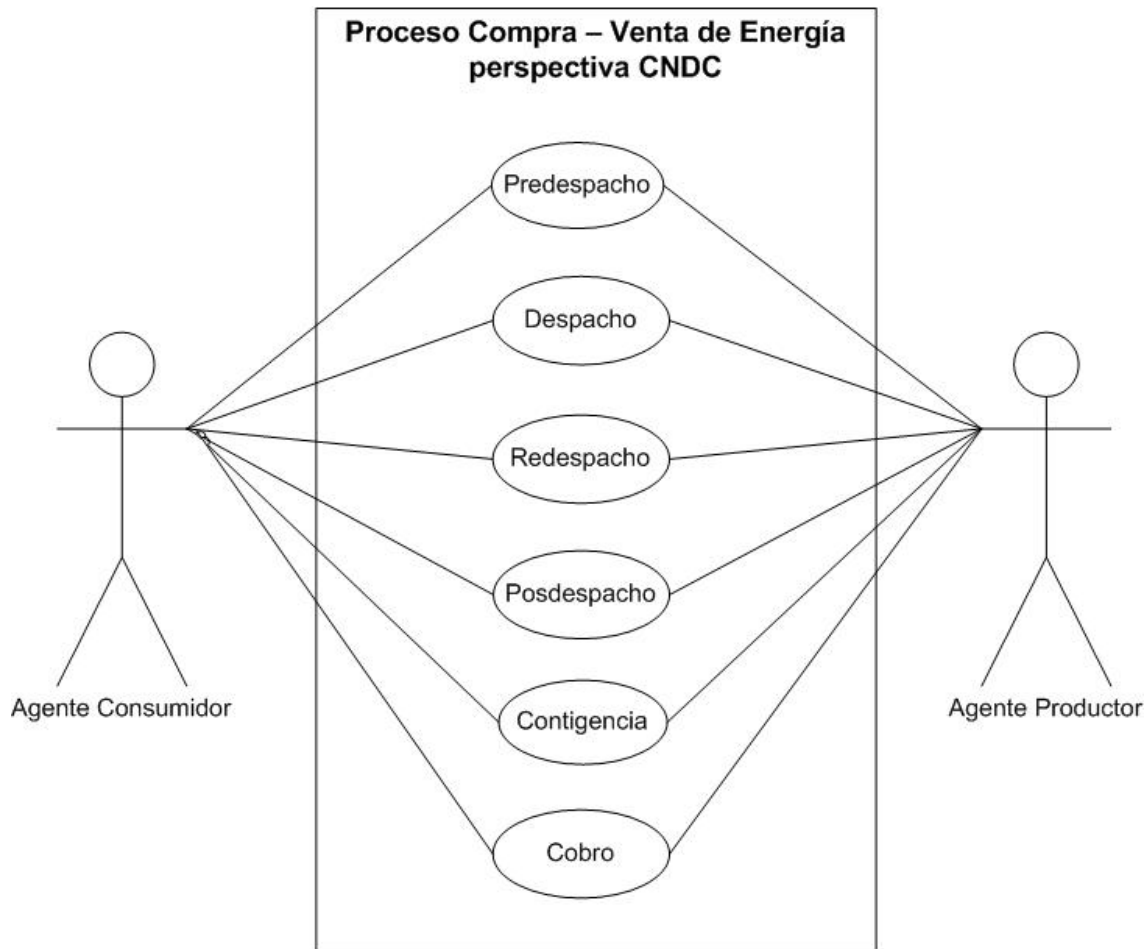


Figura 4. Diagrama de Caso de Uso para el proceso compra - venta de energía. El CNDC se encarga que la transacción de compra - venta de energía se realice con éxito entre estos agentes.

VII. Ejemplos de modelación del proceso de información en la compra - venta de energía del MED usando los Diagramas de Actividad

Los Diagramas de Actividad se utilizan para modelar las secuencias de actividades que se realizan entre los Objetos que participan de un proceso o de un sistema. Los Diagramas de Actividad se caracterizan por que utilizan elementos de modelo como los estados de acción para simbolizar las actividades que se relacionan a través de transiciones en un proceso o en un sistema a modelar.

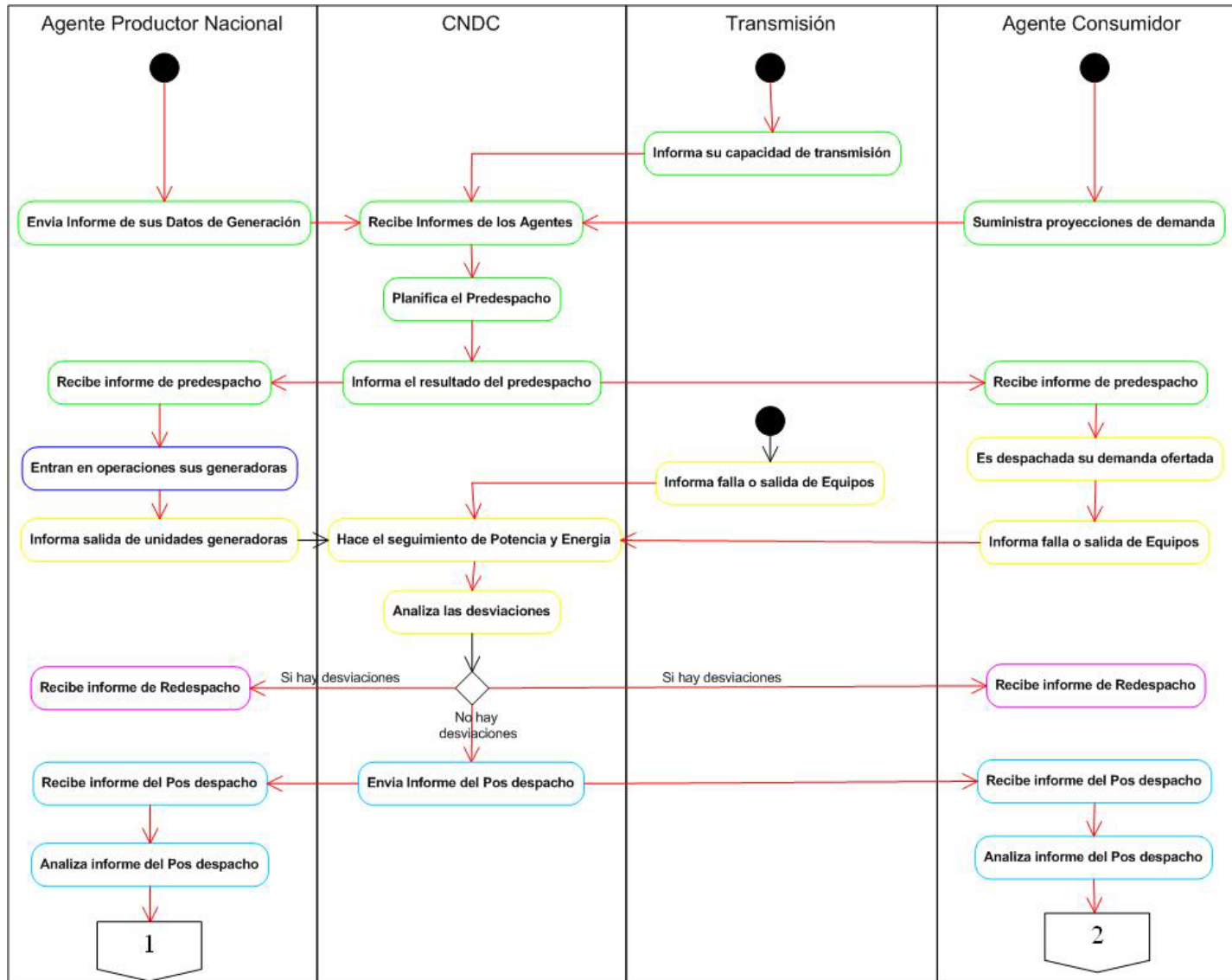
Esto significa que las actividades que se modelan en el Diagrama de Actividad, son el equivalente a modelar los subprocesos que forman parte de un proceso general en este caso el proceso de información en la compra - venta de energía. Cada actividad representa en el modelo un subproceso. En el diagrama de actividad se modela más que actividades sino que además la dependencia que existe entre cada actividad que realizan los participantes del proceso o sistema a modelar.

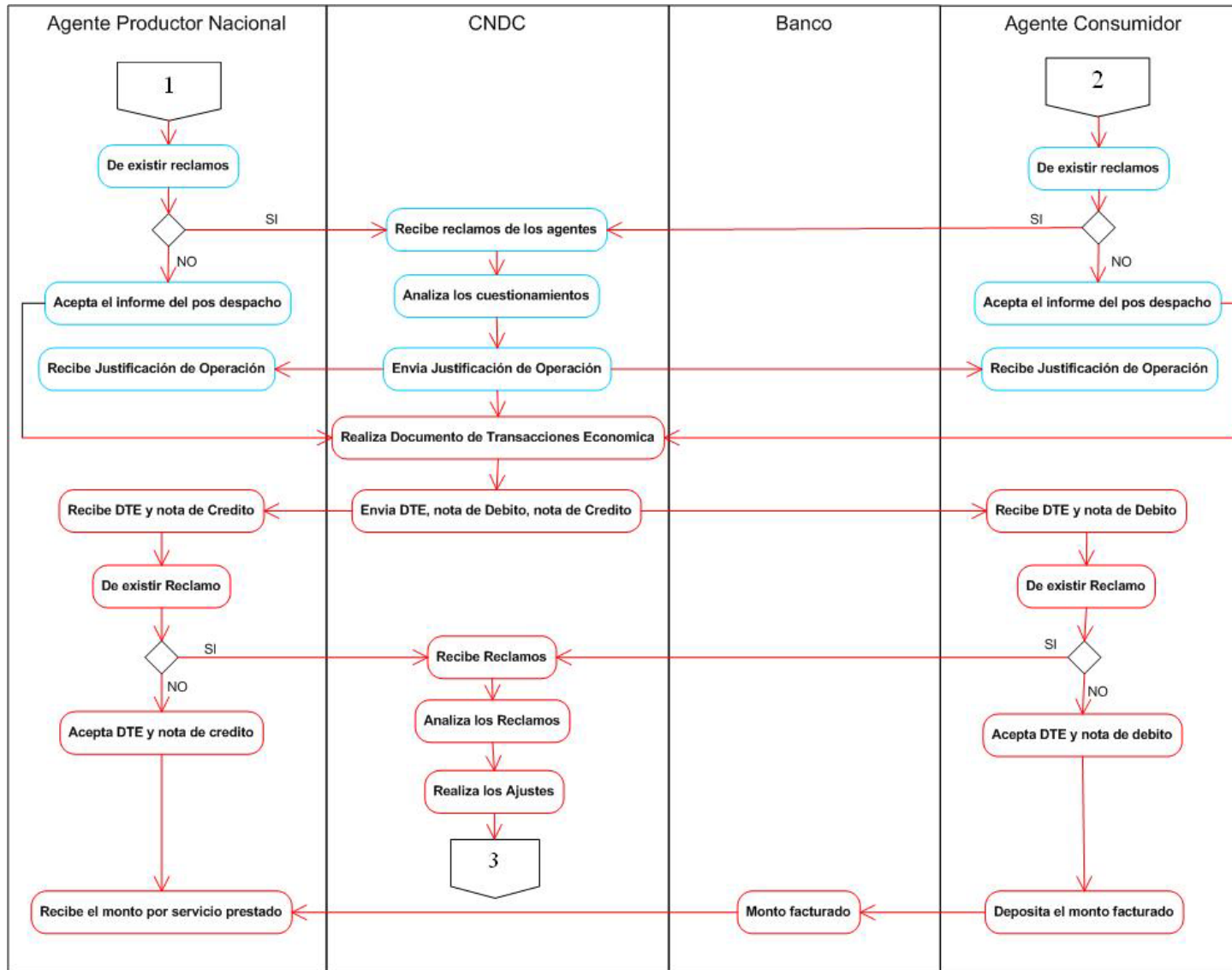
El resultado que se obtiene es una clara notación que es comprensible para los usuarios y lo suficiente precisa para implementar procesos de flujos. Además es un excelente

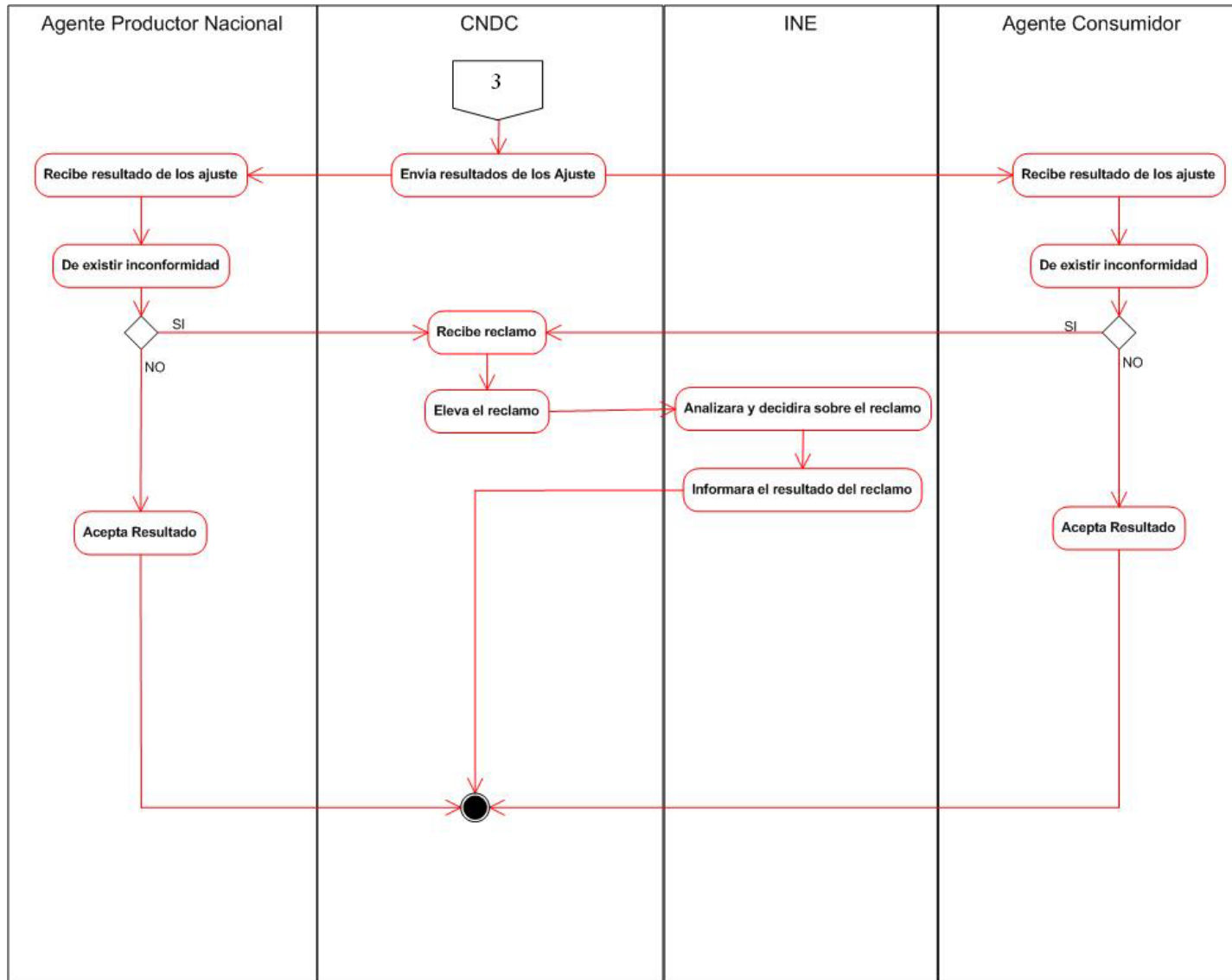
complemento para los modelos realizados con los Casos de Uso. Por que los Casos de Uso son una excelente alternativa para capturar los procesos básicos de un sistema a modelar mientras los Diagramas de Actividad permiten documentar la dependencia entre las actividades que forman parte del sistema.

VIII. Aplicación de los Diagramas de Actividades en el MED

Los Casos de Uso utilizados en la modelación del proceso de información en la compra - venta de energía nos brinda una descripción grafica de cada una de las actividades que realizan los actores, que forman parte del proceso de información en la compra – venta de energía. El Diagrama de Caso de Uso no presenta la relación que existe entre las actividades que forman parte de los subprocesos del proceso de información en la compra – venta de energía. Para complementar los diagramas de Caso de Uso realizaremos una modelación grafica que nos permita modelar cada una de las actividades que realizan los actores y la relación entre las actividades que se desarrollan en el proceso de información en la compra – venta de energía. A continuación se presenta el Diagrama de Actividad del proceso de información en la Compra – Venta de energía del MED para modelar las actividades que se realizan en el proceso de Compra - Venta







IX. Conclusiones

El proceso de modelación de la compra – venta de energía tiene como premisas tratar al CNDC como un sistema y a los agentes del mercado eléctrico como actores que interactúan con el sistema. El modelo del proceso de información en la compra – venta de energía es realizada a través de los Diagramas de Actividad y Diagrama de Caso de Uso. Los Diagramas de Actividad son una excelente alternativa para realizar la modelación de procesos donde no existe una organización definida de las actividades de cada uno de los participantes del proceso y los Diagramas de Caso de Uso por ser utilizado como complemento de los Diagramas de Actividad.

Los Diagramas de Actividad utilizados en la modelación del proceso de información en la compra – venta de energía modela la secuencia de actividades identificadas en el modelo realizado con los Diagramas de Caso de Uso. Además de modelar la secuencia de actividades, estas se han presentados con colores distintos con el objetivo de identificar cada uno de los subprocesos que forman parte del proceso de información en la compra – venta de energía.

Los modelos presentados a través de los Diagramas de Caso de Uso y los Diagramas de Actividad muestran el proceso de información en la compra - venta de energía, el cual es una simplificación del proceso comercial que se encuentra en el mercado eléctrico de Nicaragua.

Los modelos presentados en este artículo se han deducido de las entrevistas realizadas a los participantes del mercado eléctrico, de la Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento, y de las Normativas de Operación.

X. Referencias

- [1] L. Plazaola, “*Industria Eléctrica ha sido utilizada como herramienta política*”, Entrevista realizada por Luis Núñez Salmeron
- [2] La Asamblea Nacional de la República de Nicaragua “*Ley de la Industria Eléctrica no 272*”, última versión Abril de 1997
- [3] El Presidente de la República de Nicaragua “*Reglamento de la ley de la Industria eléctrica*”, Mayo 1998
- [4] INE, *Normativas de Operación*, Febrero de 1999
- [5] Craig Larman, “*Applying UML and patterns – An Introduction to Object Oriented Analysis and Design*”, Prentice – Hall, 1998
- [6] Martin fowler with Kendall Scott, “*UML and Distilled –Applying the Standard Object Modeling Language*”, Addison Wesley Longman, Junio 1998
- [7] Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson, “*The Unified modelling language user guide*”, Addison – Wesley, Octubre 1999