

**Sancti Spíritus, Junio del 2011**

**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS**  
**“JOSÉ MARTÍ PÉREZ”**  
**UNISS**



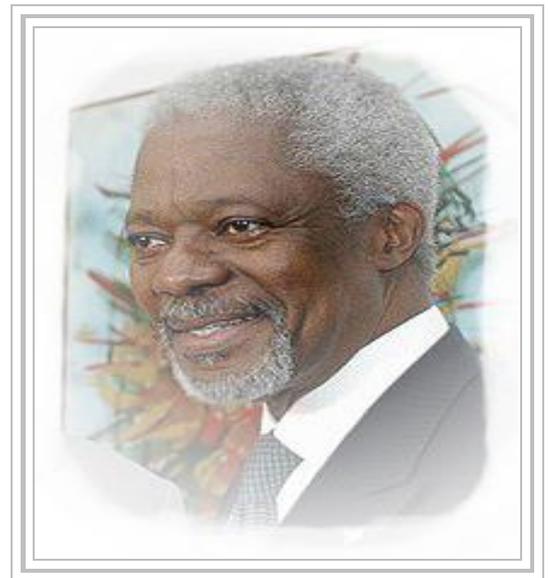
**SOFTWARE PARA LA SELECCIÓN  
DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS  
PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS**

**Autor: Edelkis Henández Hernández.**

**Tutores: MSc. Roxana Martín Ramos.  
MSc. Ernesto Barrera.**

**Junio, 2011**

*Salvaguardar el medio ambiente. . . Es un principio rector de todo nuestro trabajo en el apoyo del desarrollo sostenible; es un componente esencial en la erradicación de la pobreza y uno de los cimientos de la paz.*



*Kofi Annan*

A mi familia y amigos.

Y muy especialmente a mi padre, Roberto Luis Hernández García, por ser el mejor compañero y amigo del Mundo.

A mis padres Roberto Luis y Juana Santa por su entera dedicación y entrega absoluta.

A mi madrastra Tania por darme la posibilidad de contar con otra madre.

A mi hermana Yeny y a su novio Michel Osmundo por su apoyo incondicional.

A mis amigos y hermanos Jorge Dayro Betancourt y a su compañera Liliana Juez, a Dieiker Amézaga, a Yander Abad, al pequeño Miguelito y a su mamá Odalys, a todos por poder contar con ellos para lo que sea.

A mis tutores Roxana Martín Ramos y Ernesto Barrera, por su ayuda y disposición en todo momento.

A mis segundos padres Orquídea y Jorge por su plena preocupación.

A mis queridos amigos del barrio por saber cómo alegrarme el corazón cuando lo necesito.

A mis amigos del aula Leonor, Luisa, Taimí, Lavinia, Kiomar, Maidiel y los que me quedan, por su ayuda incondicional a lo largo de estos 5 años.

A todo el departamento de Informática, a toda la facultad en general y a nuestro estimado decano Pedro Fuentes, porque de una forma u otra contribuyeron a mi formación profesional.

A la Revolución cubana por darme la oportunidad de formarme como profesional revolucionario.

A todos los que se preocuparon desde siempre.

*¡MUCHAS GRACIAS!*

Se desarrolló un sistema especializado en la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás en el país y particularmente en la provincia de Sancti Spíritus. Surge con la necesidad de evitar la pérdida de recursos tanto económicos como materiales, la contaminación del medio ambiente y el daño a la sociedad a la hora de diseñar, implementar y poner en marcha plantas para la producción de biogás con fines energéticos.

El objetivo propuesto es desarrollar una aplicación extensible a todos los que de una forma u otra necesiten profundizar en el tema, que cuente con elementos visuales agradables e informativos, que su interfaz brinde facilidades en el momento del ingreso y rectificación de la información, así como también en las distintas búsquedas y consultas que se ejecuten para lograr que su desempeño y funcionamiento sea lo más eficaz posible. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó como guía la metodología RUP (Proceso Racional Unificado) y como lenguaje de modelación el UML (Lenguaje de Modelado Unificado), lo cual posibilitó la adecuada documentación del análisis, diseño e implementación de la solución propuesta.

---

We developed a specialized system in the selection of proposals for production of biogas in the country and particularly in the province of Sancti Spiritus. Arises from the need to avoid the loss of both economic and material resources, environmental pollution and harm to society when it comes to design, implement and launch facilities for the production of biogas for energy purposes.

Their objective is to develop an application extended to all those who in one way or another need to delve into the subject, that has nice visuals and informative, which provide interface facilities at the time of admission and correction of the information and also in the various searches and queries to run, to ensure that their performance and operation as efficient as possible. For the development of this system was used as a guide RUP (Rational Unified Process) as the modeling language UML (Unified Modeling Language), which enabled the proper documentation of the analysis, design and implementation of the proposed solution.

## Contenido

Introducción .....	1
Capítulo I: Fundamentos teóricos y metodológicos sobre el empleo de herramientas informáticas en la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás .6	
Introducción .....	6
1.1 Antecedentes de la producción de biogás con fines energéticos .....	6
1.2 Tipos de sustratos empleados en la producción de biogás .....	7
1.3 Generalidades del proceso de producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de las vinazas .....	8
1.4 Generalidades del proceso de selección de tecnologías para la producción de biogás .....	10
1.4.1 El empleo de herramientas informáticas en el proceso de selección de tecnologías para la producción de biogás.....	12
1.5 Tendencias y tecnologías actuales empleadas en el diseño de la solución propuesta .....	13
1.6 Metodologías empleadas en el diseño de la solución propuesta.....	15
1.7 Herramientas informáticas manejadas para el diseño de la solución propuesta.....	17
1.8 Conclusiones .....	24
Capítulo II: Descripción de la solución propuesta.....	25
Introducción .....	25
2.1 Reglas del negocio a considerar .....	25
2.2 Modelo del negocio .....	25
2.2.1 Descripción del proceso de selección de las propuestas tecnológicas para la producción de biogás .....	26
2.2.2 Actores y trabajadores del negocio .....	27
2.2.3 Diagrama de casos de uso del negocio .....	27
2.2.4 Descripción de los casos de uso del negocio .....	28
2.2.5 Diagrama de actividades del negocio .....	29
2.2.6 Diagrama del modelo de objetos.....	30
2.3 Requerimientos.....	30
2.3.1 Requerimientos funcionales .....	31

2.3.2 Requerimientos no funcionales .....	32
2.4 Modelo de casos de uso del sistema.....	33
2.4.1 Actores del sistema .....	33
2.4.2 Paquetes y sus relaciones.....	34
2.4.3 Descripción de casos de uso del sistema agrupados por paquetes .....	34
2.5 Conclusiones .....	41
Capítulo III: Construcción de la solución propuesta .....	42
Introducción .....	42
3.1 Diagrama de clases del diseño .....	42
3.2 Diseño de la base de datos .....	51
3.2.1 Diagrama de clases persistentes .....	52
3.2.2 Modelo de datos .....	53
3.3 Principios de diseño .....	53
3.3.1 Estándares en la interfaz de la aplicación.....	53
3.3.2 Formatos de reportes .....	53
3.3.3 Concepción general de la ayuda .....	54
3.3.4 Tratamiento de excepciones .....	54
3.3.5 Seguridad.....	54
3.3.6 Estándares de codificación.....	54
3.4 Modelo de implementación .....	55
3.4.1 Modelo de despliegue.....	55
3.4.2 Diagrama de componentes .....	56
3.4.3 Descripción del Diagrama de componentes .....	57
3.5 Conclusiones .....	58
Conclusiones .....	59
Recomendaciones.....	60
Bibliografía .....	61
Anexos .....	67

Diagrama 1. Diagrama de casos de uso del negocio <Comprar tecnología> .....	29
Diagrama 2. Diagrama del modelo de objeto.....	31
Diagrama 3. Diagrama de casos de uso del sistema por paquetes.....	35
Diagrama 4. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Seguridad>.....	37
Diagrama 5. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Gestión>.....	40
Diagrama 6. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Reportes>.....	41
Diagrama 7. Diagrama de clases del diseño caso de uso <Iniciar sesión>.....	44
Diagrama 8. Diagrama de clases del diseño caso de uso <Limpiar contraseña>.....	45
Diagrama 9. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Cambiar contraseña>.....	46
Diagrama 10. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar usuarios>.....	47
Diagrama 11. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar sustratos>.....	48
Diagrama 12. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar etapas tecnológicas>.....	49
Diagrama 13. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar tecnologías>.....	50
Diagrama 14. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros de operación>.....	51
Diagrama 15. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros técnicos>.....	52
Diagrama 16. Diagrama de clases persistentes.....	53
Diagrama 17. Diagrama de despliegue.....	56
Diagrama 18. Diagrama de componentes.....	57

---

Tabla 1. Actores del negocio.....	28
Tabla 2. Trabajadores del negocio.....	28
Tabla 3. Descripción del caso de uso del negocio <Comprar tecnología>.....	29
Tabla 4. Actores del sistema.....	34
Tabla 5. Descripción del caso de uso del sistema <Iniciar sesión>.....	35
Tabla 6. Descripción del caso de uso del sistema <Cambiar contraseña>.....	36
Tabla 7. Descripción del caso de uso del sistema <Limpiar contraseña>.....	36
Tabla 8. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar usuarios>.....	37
Tabla 9. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar roles>.....	38
Tabla 10. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar sustratos>.....	38
Tabla 11. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar etapas tecnológicas>.....	38
Tabla 12. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar tecnologías>.....	38
Tabla 13. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar parámetros de operación>..	39
Tabla 14. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar parámetros técnicos>.....	39
Tabla 15. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar propuestas tecnológicas>...40	40
Tabla 16. Descripción del caso de uso del sistema <Determinar parámetros técnicos y de operación>.....	40
Tabla 17. Descripción del caso de uso del sistema <Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes>.....	41

## Introducción

Hasta los días de hoy y desafortunadamente de un futuro no tan cercano, el 90% de las necesidades energéticas del planeta son satisfechas con la utilización de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón). Todos ellos extinguidos, fuertemente contaminantes y utilizados en forma ineficiente, por el interés predominante de la producción de energía sobre el de su efecto ecológico (Campos Avella, J.C., 1999).

Como ya se conoce, el uso de las energías renovables no es un hecho novedoso. Fueron ellas las primeras utilizadas por el hombre; sin embargo, la aparición de los combustibles fósiles las relegó por muchos años al olvido. En la actualidad, el panorama ha cambiado. Por una parte, los problemas medioambientales debidos, en un significativo por ciento, a los procesos de conversión energética y en su totalidad, a la acción indiscriminada del hombre sobre la biosfera y, por otra parte, la convulsa situación del mundo del petróleo (portador energético fundamental en la actualidad) que ha enfrentado tres crisis en menos de 50 años, han puesto de nuevo sobre el tapete las olvidadas energías renovables. Es cierto que todavía enfrentan detractores; pero cada día ganan más adeptos y aumenta su cuantía dentro de la satisfacción global de los requerimientos energéticos de la humanidad (Borroto Bermúdez, A y Col., 1999).

El alto costo de las inversiones iniciales a realizar limita a muchos países en vías de desarrollo el empleo de las energías renovables. Cuba, dentro de estos países, tiene una privilegiada situación social debido a la alta conciencia energética de los cubanos, así como su educación medio ambiental inculcada desde las edades más tempranas; sin embargo, no es ajena a las limitaciones económicas. A pesar de ello, los cubanos no renuncian al empleo de estas fuentes de energía y mediante diversas vías, en las que se incluyen los proyectos internacionales, se promueve el uso de las mismas (Comisión Nacional de Energía, 1993). Las formas de energía renovables son diversas en la naturaleza e incluyen la energía solar, la marítima, la geotérmica, la eólica, energía de la biomasa, entre otras.

En Cuba, más del 80% de la generación eléctrica se realiza a partir de combustibles fósiles (*fuel oil*, crudo nacional y *diesel*), por lo que reviste especial importancia la participación de otras fuentes energéticas que contribuyan a su sustitución (Meneses, E., 1998). El sistema electroenergético nacional ha sufrido cambios en los últimos años, llevando a cabo una política de descentralización basada en la instalación de grupos energéticos que utilizan *diesel* y *fuel oil* para su funcionamiento. Sin embargo, existen reportes en la literatura que afirman que el uso del biogás podría sustituir a estos combustibles fósiles en un 80% o más. (CIPAV., 1997)

En el país, el sector azucarero es sin lugar a dudas el más importante de la producción agroindustrial cubana a lo largo de estos siglos. (Azúcar, 2011) El cultivo de la caña y la producción de azúcar han sido, desde el mismo nacimiento de la nación cubana, base de su economía y un elemento significativamente vinculado a su desarrollo social, a su cultura y a sus tradiciones. (Producción de biogás con fines energéticos, 2011)

La caña ha sido sembrada para producir azúcar solamente; sin embargo, tanto en su fase agrícola como industrial, genera una gran cantidad de subproductos que a su vez devienen en materia prima de excelente calidad para múltiples renglones tanto de consumo nacional como para la exportación. (Azúcar, 2011)

La agroindustria cañera tiene la particularidad que al diversificarse para la obtención de energía y derivados produce residuos secundarios, a los que hay que darle tratamiento o un adecuado uso para evitar la contaminación del medio ambiente. En Cuba, la industria azucarera y sus derivados aportan anualmente una contaminación equivalente a lo que puede aportar siete millones de habitantes. De todos ellos, los más contaminantes por su carga orgánica de 60 000 a 90 000 de DQO (demanda química de oxígeno) (MINAZ, 2003), casi 700 veces mayor que la permitida por la normativa, son las aguas residuales procedentes de la industria alcoholera y dentro de ellas, las vinazas de las torres de destilación las que se obtienen en una proporción de 12 a 18 litros por cada litro de alcohol destilado a 100<sup>o</sup>. (Halku, 1990; de la Cruz, 2002)

A modo de ilustración, en el país la cantidad potencial de biogás que se pudiera producir a partir de la agroindustria azucarera, contribuyendo a su vez a la preservación del medio ambiente, asciende a unos 70 millones de m<sup>3</sup> de biogás al año, lo que equivale a 35 Mt (millones de toneladas) *fuel oil* anuales, para una producción de unas 7 millones de toneladas de azúcar. (REUNION REGIONAL, 2011)

Es también sabido que resulta peculiar que cuando los autores se refieren a las tecnologías para la producción de biogás, se aborde solamente la etapa de digestión anaerobia. Como ejemplo de esto se reportan los trabajos de Barreto, S., 2006; Savran, V., 2005; López, A., et al, 1999; León, A. y col, 2006; Zamora, E., 2001 y Montalvo, S., 2003. Sin embargo, es importante concebir una planta de producción de biogás, desde el propio diseño, como un conjunto de etapas que incluyan el pretratamiento de los sustratos, la digestión anaerobia, la purificación del gas, el almacenamiento (opcional) y la generación de energía. (National Academy of Sciences, 2005)

Existen factores que influyen en la selección de estas tecnologías, reportados en los trabajos de López, A., y col 1999; Montalvo, S., 2003; Savran, V., 2005; Barreto, S., 2006, y Barrera, E., 2007, entre ellos se destacan, el tipo de residual a tratar (sus volúmenes, pH o

acidez, DQO o demanda química de oxígeno, sustancias inhibidoras, nutrientes y temperatura), la carga orgánica, el % de sólidos, los tiempos de retención, las eficiencias de remoción que puede asimilar un digestor, las restricciones del entorno, el uso final del biogás, los costos de inversión y operación. Todos estos aspectos se resumen en elementos técnicos, económicos, ambientales y sociales que han de ser considerados en todos los casos desde que se generan los residuos hasta la distribución y uso final de los productos obtenidos. Esta amplia gama de criterios dificulta la toma de decisiones en los altos funcionarios sobre el empleo de las tecnologías más apropiadas y competitivas en cada caso.

En el mundo se han desarrollado una serie de herramientas informáticas con el objetivo de mejorar, agilizar y fortalecer el diseño e implementación de plantas de energías renovables. Ejemplo de ellas son: Homer, SURE, RETScreen®, SIMENERG, SOMES, Helpdesk y Biogás 2005; (Grupo Aqualimpia, 2010) sin embargo, a pesar de la existencia y empleo de estas herramientas la selección de las tecnologías para la producción de biogás se sigue efectuando de manera muy ineficiente; pero se hace necesario aclarar que las mismas incorporan por separado algunos criterios indispensables para el desarrollo de una herramienta de este tipo, como son los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

Todo esto da contraste a que en la actualidad, en el país, aún existan serias deficiencias en el diseño, implementación y puesta en marcha de plantas para la producción de biogás. Esto trae consigo que muchas de ellas queden fuera de funcionamiento o que su uso no resuelva los problemas deseados. O lo que es igual, están ensambladas pero no cumplen con las expectativas esperadas y la mayoría de las veces ocurre por una mala selección de las mismas. Aquí también juega el hecho de que gran parte de las herramientas informáticas existentes están más enfocadas al cálculo o volumen de la producción de biogás y al diseño de biodigestores. En general, no conciben en sí la idea de que la producción de biogás constituye un proceso que consta de una serie de etapas, para las cuales es indispensable hacer una correcta selección de las tecnologías a emplear en cada una adjuntándolas a las necesidades existentes.

Por todo esto se plantea como **problema de investigación** ¿cómo contribuir a la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos?

Para darle respuesta al problema planteado se tomó como **objeto de estudio** las propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos y como **campo de acción** el uso de herramientas informáticas en la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas.

Por lo antes mostrado se ha propuesto como **objetivo general** desarrollar un software que facilite la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir de vinazas.

Para dar cumplimiento al objetivo general es necesario tener en cuenta las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos que permiten desarrollar un software capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas?
2. ¿Cómo diseñar un software que sea capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas?
3. ¿Cómo implementar un software que sea capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas?

Para responder a las preguntas científicas se plantean las siguientes **tareas de investigación**:

1. Determinación de los fundamentos teóricos y metodológicos que permitan desarrollar un software capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas.
2. Diseño de un software capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas.
3. Implementación de un software capaz de facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas.

El trabajo posee una introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. La introducción expresa los aspectos que justifican la realización del trabajo.

**Capítulo I: Fundamentos teóricos y metodológicos sobre el uso de herramientas informáticas en la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás:** En este capítulo se exponen los fundamentos teóricos y metodológicos del presente trabajo. Además, se revisan las tecnologías, lenguajes y herramientas existentes, al igual que se describen sus características y el por qué se seleccionaron.

**Capítulo II: Descripción de la solución propuesta:** Se describen todos los elementos que componen el proceso estudiado, utilizando la metodología RUP (*Rational Unified Process* en inglés). Se determinan los actores y trabajadores del negocio, las operaciones principales

que producen resultados en forma de casos de uso y su descripción literal, los diagramas de casos de uso y el de modelo de objetos. Además, se determinan los requerimientos funcionales y no funcionales, se definen los casos de uso del sistema y la descripción de cada uno de ellos, así como los actores y los diagramas de casos de usos del sistema a automatizar.

**Capítulo III: Construcción de la solución propuesta:** Se describe el diagrama de clases del diseño, el diagrama de clases persistentes, el modelo de datos y la descripción de cada una de las tablas; se enuncian también los principios de diseño determinando los estándares usados en la interfaz de la aplicación, la concepción general de la ayuda, el tratamiento de excepciones y cómo es manejada la seguridad; además, se describe la implementación incluyendo el diagrama de despliegue y el diagrama de componentes.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

## Capítulo I: Fundamentos teóricos y metodológicos sobre el empleo de herramientas informáticas en la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás

### Introducción

En este capítulo se realiza un estudio sobre los principales conceptos y fundamentos teóricos y metodológicos asociados al tema de la investigación y se brinda un análisis de los sistemas automatizados existentes vinculados al campo de acción. Además, se efectúa un análisis sobre las tecnologías, lenguajes y herramientas existentes determinando cuáles van a ser las utilizadas en el desarrollo del sistema.

### 1.1 Antecedentes de la producción de biogás con fines energéticos

Los orígenes de la producción de biogás, según un breve recuento que hace (Hernández, A., 1990) en el segundo Fórum Nacional de Energía, se remontan al siglo XVII, exactamente en 1667 que fue cuando se identificó el gas metano ( $\text{CH}_4$ ) por *SHILEY*, llamándosele “Gas de los pantanos”.

En 1806 en Inglaterra, *HUMPHREY DAUY* identificó un combustible gaseoso, actual y mundialmente conocido como biogás, rico en  $\text{CH}_4$  y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), como resultado de la fermentación de desechos animales en un ambiente húmedo. Es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos (Biodigestor) por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas por mencionar alguna) y otros factores en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico). El producto resultante está formado por  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ , monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y otros gases en menor proporción. (Educación Tecnológica, 2010)

Durante la II Guerra Mundial en Francia y Alemania se construyeron grandes fábricas productoras de biogás. En 1941 los franceses Ducellier e Isman desarrollaron las primeras plantas denominadas “Constrúyala usted mismo”, que consistían en digestores de *Bach* o lotes para campesinos. Casi todas estas fábricas de biogás dejaron de funcionar en el decenio de 1950-1959 al desarrollarse el uso de los combustibles fósiles por la comodidad, simplicidad y bajos costos que significaban. (Montalvo, S., 2003)

Durante 1950, en Asia y particularmente en la India, se conocía el uso de procesos fermentativos para producir el biogás y tratar ecológicamente los residuales orgánicos de forma artesanal. Entonces se desarrollaron modelos simples de cámaras de fermentación,

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

más conocidos como biodigestores, para la producción de energía, bioabonos insuperables y saneamiento ambiental necesarios en los hogares. (Turzo, E., 1984)

En América Latina, Guatemala (1954) fue el primer país en iniciar el desarrollo de la tecnología del biogás utilizando muy bajos volúmenes de agua y desechos, tanto vegetales y como de animales. Posteriormente, México desarrolla también una tecnología de digestión apropiada en este campo, construyendo plantas de biogás para uso doméstico de muy bajo costo y de fácil difusión. (Turzo, E., 1984)

Las tendencias actuales en la producción de biogás se centran, mayoritariamente, en el empleo del mismo como fuente energética. En el libro "Producción y uso de biogás" del Ministerio Federal Alemán para la Protección del Consumidor, la Alimentación y la Agricultura, 2004, se da información sobre el incremento de las instalaciones que generan energía eléctrica a partir de biogás. En Alemania de 850 plantas que existían en 1999 se incrementaron a 1600 en el 2003, con una potencia eléctrica total instalada que pasó de 60 a 180 MW (megawats) en igual periodo. (Mähnert P., Linke, B., 2006)

En Madrid, se puso en marcha en 2003 una planta en la localidad de Pinto donde se tratan residuos y se exportan 117.000 megawats horas al año (MWh/año) de electricidad a la red eléctrica. En América Latina también se han realizado esfuerzos aislados. Esto puede constituir una oportunidad para Cuba si se tienen en cuenta las transformaciones del sistema electroenergético nacional que basa en la actualidad la generación en la utilización de grupos electrógenos (motores de combustión interna) que consumen *diesel* y *fuel oil* como combustible y para los cuales se reportan trabajos como CIPAV, 1997, que asegura que el biogás puede sustituir a estos hasta en un 80%.

## 1.2 Tipos de sustratos empleados en la producción de biogás

Los residuos biodegradables constituyen la materia prima por excelencia para la producción de biogás. La Red solar, 2004 y Turrini, E., 2006 reportan que estos constituyen una de las fuentes renovables con mayor potencialidad en el país, con un potencial estimado en el orden de las 176 000 tep/a (potencial energético estimado al año) proveniente de residuales vacunos, porcinos, de la producción de azúcar, destilerías de alcohol, despulpadoras de café y de vertederos sanitarios.

Por otra parte López, L., 2006 estudia además de los residuos antes mencionados, otros como los desechos provenientes de la producción agropecuaria, forestal, cañero-azucarera

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

e industrial y lo hace específicamente para el territorio espinuano reportando un potencial que pudiera generar más de 80 millones de m<sup>3</sup> de biogás.

De manera general, los residuos biodegradables reportados por estos trabajos en Cuba se pueden clasificar en:

- Residuos pecuarios: Los conforman las deyecciones de los animales, desechos de establos (estiércol, orina, paja de camas) y camas de gallinas ponedoras. (Savran, V., 2005)
- Residuos de cosecha: Formados por los desechos de las producciones agrícolas.
- Residuos industriales: Incluyen los vertimientos de todo tipo de industrias con muy variadas composiciones que pueden originar dificultades en su biodegradación, (Florencio, 1997) entre los cuales se encuentran las aguas residuales provenientes de la industria alcoholera y dentro de ellas las vinazas de las torres de destilación.

### **1.3 Generalidades del proceso de producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de las vinazas**

Las vinazas, según ICIDCA, 2000, es un líquido espeso que queda después de la fermentación y destilación de la caña de azúcar. Es un subproducto de la fabricación del alcohol que se produce en una proporción de 13:1, es decir, por cada litro de alcohol se obtienen 13 litros de vinaza. Contiene, principalmente, materia orgánica, potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg), nitrógeno (N) y calcio (Ca); sin embargo, esta composición es variable según de donde provenga: de melaza, jugo o la mezcla de ambos. (Gloria y Orlando, 1983) Además, las procedentes de las destilerías alcoholeras se encuentran entre los residuales orgánicos de mayor efecto contaminante sobre la flora y la fauna del planeta.

En muchos lugares esta vinaza es vertida en ríos, lagos, presas y canales sin ningún tratamiento previo, por lo que contaminan en gran medida las fuentes de aguas superficiales y subterráneas con un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Por citar un ejemplo, en Cuba si las 12 destilerías que posee el Ministerio del Azúcar trabajaran a plena capacidad, la vinaza generada si no es tratada provocaría una contaminación equivalente a 6 millones de habitantes. (Valdés y Obaya 1997) Por tanto, es conveniente plantear que la diversidad, en cuanto a la naturaleza de los sustratos, hace que las transformaciones necesarias para el mejoramiento de sus rendimientos sean también diversas, lo que puede originar cambios en las etapas tecnológicas necesarias de un proceso de producción de biogás con fines energéticos.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

Resulta muy común que los residuos biodegradables, entre ellos las vinazas, no sean vertidos al medio directamente provocando una fácil interacción entre microorganismos y sustratos. Este proceso hace que la transformación o tratamiento de los mismos sea indispensable para la producción de biogás con fines energéticos. Entre los pretratamientos que se reportan se encuentran:

- Los físicos: Incluyen los mecánicos y los térmicos. (Haug, 1983; Pinnekamp, 1989; Hwang, 1997; Ying-Chih, 1997)
- Varias formas de pretratamiento alcalino: Utilizan como álcalis (Hidróxido de amonio o de los metales alcalinos, que pueden actuar como bases enérgicas debido a que son muy solubles en agua) (Álcalis, 2011) el hidróxido de sodio (NaOH) o el hidróxido de calcio (Ca (OH)<sub>2</sub>). (Jerger, R., 1983) (López, M., 2000)
- Pretratamientos biológicos: Para los residuos lignocelulósicos, considerados sobrantes o subproductos de bajo valor agregado para la obtención de energía. (Ropars, 1992)

Luego los residuos orgánicos previamente recolectados y tratados pasan a la siguiente fase, la digestión anaerobia. La misma constituye la etapa más importante dentro del proceso de producción de biogás pues es el momento en el que se produce el gas combustible, los bioabonos y se reduce la carga contaminante del residuo. Ella tiene por objeto descomponer materias orgánicas o inorgánicas sin oxígeno molecular, prosiguiendo el proceso hasta que se produzca CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y otros gases. El proceso es una suma de reacciones bioquímicas provocadas por el cultivo de una mezcla de bacterias. (UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, 2003)

El biogás producido en esta etapa es atrapado y removido en la parte superior del digestor, dejando una tubería por la cual sale el gas colectado. Es entonces el momento preciso en el cual, algunas veces, se hace necesario limpiar estos gases de componentes corrosivos contenidos en el biogás como es el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), entrando en la fase de purificación.

Entre los métodos para la eliminación de dichos componentes están los que utilizan compuestos del hierro. (Montalvo, S., 2003) Este es uno de los métodos más empleados para eliminar el H<sub>2</sub>S del biogás.

Cuando la producción de biogás es continua este puede ser almacenado en un tanque (fase que puede incluirse o no en un proceso de producción de biogás con fines energéticos), donde se recomienda su recolección y combustión. El biogás obtenido es utilizado para

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

generar calor, electricidad o ambos. (UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA, 2003) Su empleo puede reducir hasta en un 40% el costo del kilowat hora (Kwh) generado. Otro subproducto de este sistema es el efluente. Los bioabonos producidos como residual de la producción de biogás tienen una composición media según Pérez, V., 1998; Gutiérrez, 1998, de dinitrógeno ( $N_2$ ) de (1.5-2.5)%, de tetrafósforo ( $P_4$ ) de (1.16-1.4)% y de potasio (K) de (0.7-0.9)%, por lo que su uso ha contribuido a lo largo del tiempo a la mejora de los suelos sustituyendo agroquímicos dañinos y corrosivos para los mismos. Además, pueden ser usados en la lombricultura para la fabricación de humus (abono orgánico con propiedades para los suelos superiores a las excretas húmedas), en la acuicultura y aplicación folial, como fértil riego en el caso del efluente líquido.

Obaya, C., 2004, aborda temas relacionados con el valor agregado que los bioabonos aportan al proceso de producción de biogás con un precio de venta de 20.00 pesos la tonelada (tn) para el caso de los efluentes azucareros tratados, otros reportes atribuyen precios entre 16.00 y 22.00 pesos la tonelada. (*Energy Center Wisconsin*, 2002)

## **1.4 Generalidades del proceso de selección de tecnologías para la producción de biogás**

La selección de tecnologías para la producción de biogás es un proceso de vital importancia para las industrias que están pensando en adquirir tecnología nueva, con el fin de crecer y adaptarse a los cambios del entorno productivo. Para ello deben adaptarse a las condiciones del mercado, tener en cuenta los recursos con que cuentan para la adquisición y el impacto ambiental que puedan generar. (Selección de tecnologías, 2011)

Resulta peculiar que en Cuba cuando los autores se refieran a las tecnologías para la producción de biogás se aborde solamente la etapa de digestión anaerobia, como por ejemplo Barreto, S., 2006, y no como un proceso que consta de una serie de etapas para las cuales siempre es importante una selección de alternativas óptimas y económicas.

León, A., 2006 propone aspectos a considerar para el diseño de plantas de biogás refiriéndose únicamente a la etapa de digestión y tiene en cuenta definir el objetivo de la planta, las restricciones ambientales y socioeconómicas, la caracterización del residual y sus volúmenes, así como el nivel de acidez (pH), la demanda química de oxígeno (DQO), sustancias inhibitoras, nutrientes y temperatura. Este autor considera necesario tomar en cuenta además, los parámetros técnicos de cada uno de los digestores más difundidos en Cuba y el mundo. Sin embargo, tampoco en este trabajo se analiza la importancia de otras

## CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

etapas tecnológicas como el pretratamiento, la purificación y la generación de energía eléctrica como un todo necesario para la producción de biogás con fines energéticos.

Montalvo, S., 2003 aborda con profundidad varias etapas tecnológicas en el libro "Tratamiento anaerobio de residuos. Producción de biogás"; sin embargo, se obvian las etapas de pretratamiento y no se realizan propuestas concretas sobre cuáles de la alternativas son las más idóneas para el país al emplear como sustrato las vinazas.

En Cuba ya se observan algunos trabajos que incluyen varias de estas etapas, tal es el caso del ICIDCA (Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar), que ha desarrollado una tecnología basada en reactores del tipo anaerobio de flujo ascendente (UASB), de origen holandés, única de su tipo en el país y de 3.000 m<sup>3</sup> de capacidad. La misma ha sido destinada al tratamiento de las aguas residuales de la Empresa Mielera Heriberto Duquesne, en Remedios, Villa Clara. (Obaya, C., 2004). Esta planta tiene en cuenta en su diseño el pretratamiento de los sustratos, la digestión anaerobia, la purificación, el uso final del biogás y empleo de los bioabonos; pero dificultades en la etapa de purificación han obstaculizado el aprovechamiento del gas en la misma. Esto demuestra la importancia de una adecuada selección de las etapas tecnológicas previo al diseño y construcción de una planta de este tipo. Por otra parte, la compañía BIOGAS NORD ha proyectado una planta demostrativa que está en fase constructiva ubicada en la Empresa Azucarera Enrique Varona González, Chambas, Ciego de Ávila, específicamente en la destilería Nauyú. Esta planta estará destinada al tratamiento, fundamentalmente, de vinazas (Levys, A., 2006).

Sin embargo, existen tecnologías probadas en el país construidas con materiales autóctonos funcionando con resultados satisfactorios y destinados a tratar de igual forma a las vinazas. Por ejemplo, por mencionar alguna, la planta de biogás del central Antonio Guiteras ubicada en Las Tunas, que opera desde los años 90 con eficiencias de producción de biogás comparables con los de BIOGAS NORD y que ya han escalado los problemas de la asimilación de tecnologías. En esta tampoco se especifica cuáles son las posibles etapas de pretratamiento para residuos de compleja biodegradabilidad como la cachaza, los métodos de purificación a emplear y las tecnologías idóneas para la generación de energía eléctrica.

En resumen, el proceso de producción de biogás en el país intenta dar un salto tecnológico pero no se reportan trabajos que propongan alternativas tecnológicas que incluyan las etapas de pretratamiento de los sustratos, digestión anaerobia, purificación del biogás (eliminación de H<sub>2</sub>S), la compresión o almacenamiento y generación de energía, así como el

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

tipo de tecnología a utilizar en cada una de estas etapas según el sustrato empleado y la finalidad del proceso.

## 1.4.1 El empleo de herramientas informáticas en el proceso de selección de tecnologías para la producción de biogás

Los errores debidos a la selección de las tecnologías en cada una de las etapas del proceso de producción de biogás han generado serias dificultades en la implementación, puesta en marcha y aprovechamiento del mismo en plantas industriales y domésticas. En todo el mundo se han desarrollado para fines similares numerosos modelos, estrategias y procedimientos, cuyas particularidades se comentan a continuación:

- Homer: Modelo automatizado destinado al diseño y simulación de pequeñas instalaciones de producción de energía. En él se necesita como información previa las corrientes de entrada y el tipo de tecnología a emplear. Además brinda, fundamentalmente, análisis económicos, producción de energía y capacidades del equipamiento. (Grupo aqualimpia, 2010)
- RETScreen<sup>®</sup>, SIMENERG, SOMES: Utilizados para la confección de proyectos de energía renovables, cálculo de la producción de energía con una precisión comparable con otros simuladores y puede brindar significativos ahorros de estudios de factibilidad preliminares. (Grupo aqualimpia, 2010)
- SURE: Modelo para la selección de tecnologías renovables para la electrificación de zonas rurales. (Grupo aqualimpia, 2010)
- JODYMOD, REGIME, INSEL: Para el diseño de sistemas energéticos renovables híbridos. (Grupo aqualimpia, 2010)
- PRODOM: Maneja opciones de mitigación por el uso de fuentes renovables en determinados escenarios. (Grupo aqualimpia, 2010)
- Ley, N., 2006: Contribución a los métodos de asimilación de tecnologías de plantas químicas. Esta estrategia integra un conjunto de factores, entre ellos, la vigilancia tecnológica, la selección de la tecnología, la adaptación y el proceso de desarrollo de la misma. Al analizar la etapa de selección de la tecnología no tiene en cuenta factores ambientales. Por otra parte, el hecho de ser una estrategia para plantas químicas en sentido general, hace que se obvien aspectos específicos de la producción de biogás que influyen directamente en el tipo de tecnología a emplear. (Floean, R., 2005)

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

- El Helpdesk: Puede ayudar a hacer una simulación de la producción de biogás a partir del efluente basándose en una aplicación concreta y también dar una evaluación de las consecuencias económicas de estos cambios. (Grupo aqualimpia, 2010)
- BioGAS-RS©: Para el cálculo de la producción de biogás, gas metano y toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> para proyectos que califican dentro del marco del Protocolo de Kyoto. (Grupo aqualimpia, 2010)
- Otros softwares se limitan únicamente al diseño de digestores, como son el “BioDigestor”, “Biogás 2005” y “UASB software”. (Floean, R., 2005) (Grupo aqualimpia, 2010)

Como es posible observar las aplicaciones, modelos y estrategias existentes no permiten la selección de tecnologías adecuadas para la producción de biogás; sin embargo, incorporan por separado algunos criterios indispensables para el desarrollo de una herramienta de este tipo como son los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales.

## 1.5 Tendencias y tecnologías actuales empleadas en el diseño de la solución propuesta

### Software libre

Entre los años 60 y 70 del Siglo XX, era común que los programadores y desarrolladores de software compartieran libremente sus programas unos con otros. A finales de los 70, las compañías iniciaron el hábito de imponer restricciones a los usuarios con el uso de acuerdos de licencia. Todo esto fue empeorando con la llegada de las computadoras modernas y que a su vez, necesitaban de un sistema operativo. (*Free Software Foundation*, 2008)

Esta situación provocó que en 1985, Richard Stallman fundara la *Free Software Foundation* (FSF). Su propósito era otorgar libertad a los usuarios y restringir las posibilidades de apropiación del software. Stallman introdujo la definición de *free software* (software libre) que según él se refería a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar las aplicaciones existentes. (*Free Software Foundation*, 2008)

Actualmente existen varios países en los cuales sus administraciones públicas muestran apoyo al software libre. Para los países subdesarrollados la aparición del mismo ha tenido un gran significado, pues en ocasiones el pago constante de aplicaciones privativas es casi intolerable. Para Cuba, por sus características especiales de ser un país bloqueado, en ocasiones el pago de estas licencias no es tomado en cuenta y, por lo general, existe una

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

tendencia a la piratería informática. Con el fin de ir extinguiendo dicha tendencia y de apoyarse en los beneficios que trae consigo el empleo de aplicaciones libres, nuestro país lleva a cabo un amplio programa de apoyo a las mismas y ha ido paulatinamente migrando total o parcialmente sus servidores y sistemas de escritorio.

## **Arquitectura en N capas**

La arquitectura basada en capas se enfoca en la distribución de roles y responsabilidades de forma jerárquica proveyendo una forma muy efectiva de separación de responsabilidades. El rol indica el modo y tipo de interacción con otras capas y la responsabilidad indica la funcionalidad que está siendo desarrollada. (Peláez, 2009)

Este patrón define cómo organizar el modelo de diseño en capas, que pueden estar físicamente distribuidas, lo cual quiere decir que los componentes de una capa sólo pueden hacer referencia a componentes en capas inmediatamente inferiores. Además, es importante porque simplifica la comprensión y la organización del desarrollo de sistemas complejos, reduciendo las dependencias de forma que las capas más bajas no son conscientes de ningún detalle o interfaz de las superiores. Por otra parte, ayuda a identificar qué puede reutilizarse y proporciona una estructura que facilita la toma de decisiones en cuanto a qué partes comprar y qué partes construir. (Arquitectura en tres capas, 2010)

La aplicación se divide en tres capas lógicas distintas, cada una de ellas con un grupo de interfaces perfectamente definido. La primera capa se denomina capa de presentación y normalmente consiste en una interfaz gráfica de usuario de algún tipo. La capa intermedia, o capa de negocio, consiste en la aplicación o lógica de empresa, y la tercera capa, la capa de datos, que contiene los datos necesarios para la aplicación. (Chappell & Kirk, 2006)

La capa intermedia (lógica de aplicación) es básicamente el código al que recurre la capa de presentación para recuperar los datos deseados. La capa de presentación recibe entonces los datos y los formatea para su presentación. Esta separación entre la lógica de aplicación de la interfaz de usuario añade una enorme flexibilidad al diseño de la aplicación. Pueden construirse y desplegarse múltiples interfaces de usuario sin cambiar en absoluto la lógica de aplicación siempre que ésta presente una interfaz claramente definida a la capa de presentación. (Chappell & Kirk, 2006)

La tercera capa es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

Los principales beneficios del estilo de arquitectura de N-capas/3-capas son: (Peláez, 2009)

- *Mejoras en las posibilidades de mantenimiento.* Debido a que cada capa es independiente de la otra los cambios o actualizaciones pueden ser realizados sin afectar la aplicación como un todo.
- *Escalabilidad.* Como las capas están basadas en diferentes maquinas, el escalamiento de la aplicación hacia afuera es razonablemente sencillo.
- *Flexibilidad.* Como cada capa puede ser manejada y escalada de forma independiente, la flexibilidad se incrementa.
- *Disponibilidad.* Las aplicaciones pueden aprovechar la arquitectura modular de los sistemas habilitados usando componentes que escalan fácilmente, lo que incrementa la disponibilidad.

## 1.6 Metodologías empleadas en el diseño de la solución propuesta

Con el propósito de alcanzar una mejor calidad en el desarrollo de un producto informático, se hace indispensable el saber y conocer del uso de una metodología que muestre los caminos correctos a seguir.

### Lenguaje Unificado de Modelado

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, *Unified Modeling Language*) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema y está respaldado por el Grupo de Gestión de Objetos (OMG, por sus siglas en inglés, *Object Management Group*) (Letelier Torres, 2004)

UML ofrece un estándar para describir un "plano" del sistema (modelo), incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio y funciones del sistema y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables. (Letelier Torres, 2004) En otras palabras, es el lenguaje en el que está descrito el modelo.

Se puede aplicar en el desarrollo de software entregando gran variedad de formas para dar soporte a una metodología del mismo tipo (tal como el Proceso Racional Unificado ó RUP), pero no especifica en sí mismo cuál proceso usar. (Letelier Torres, 2004)

### Proceso Racional Unificado

Cada día la producción de software busca adecuarse más a las necesidades del usuario. Para lograr la productividad del mismo se necesita un proceso que integre todas las facetas

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

del desarrollo, por lo que se hace necesario definir la metodología de ingeniería del software que guiará al proceso de automatización.

El Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP, *Rational Unified Process* en inglés) fue publicado en 1998 como resultado de varios años de experiencia. Es un proceso que reúne un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de un usuario en un sistema de software. (Jacobson, 2000)

RUP, junto con UML, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Sin embargo, no es un sistema con pasos firmemente establecidos; sino que constituye un conjunto de metodologías adaptables al contexto y necesidades de cada organización. (Jacobson et al., 2006). Se caracteriza por ser iterativo e incremental, estar centrado en la arquitectura y guiado por los casos de uso. (Jacobson et al., 2006)

Es un proceso basado en componentes, que utiliza el UML para preparar todos los esquemas de un software. Es un marco de trabajo genérico que puede especializarse para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y diferentes tamaños de proyectos. (Jacobson et al., 2006)

## **Rational Rose Enterprise Edition**

*Rational Rose Enterprise* es el producto más completo de la familia *Rational Rose* y todos incluyen soporte UML™. Es la mejor elección para el ambiente de modelado que soporte la generación de código a partir de modelos hechos en Ada, ANSI C++, C++, CORBA, Java™/J2EE™, Visual C++® y Visual Basic®. Como todos los demás productos, proporciona un lenguaje común de modelado para el equipo que facilita la creación de software de calidad más rápidamente. (Rational Rose, 2011)

Dentro de sus principales características las que más sobresalen son las siguientes: (Rational Rose, 2011)

- Característica de control por separado de componentes modelo que permite una administración más granular y el uso de los mismos.
- Soporte de ingeniería *forward* o reversa para algunos de los conceptos más comunes de Java.
- Soporte *Enterprise Java Beans*™.
- Capacidad de análisis de calidad de código.
- El Add-In para modelado Web provee visualización, modelado y las herramientas para desarrollar aplicaciones de Web.

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

- Modelado UML para trabajar en diseños de base de datos, con capacidad de representar la integración de los datos y los requerimientos de aplicación a través de diseños lógicos y físicos.
- Publicación web y generación de informes para optimizar la comunicación dentro del equipo.

Por todo lo dicho y expuesto anteriormente fue escogido para el desarrollo de la presente investigación RUP como metodología de diseño, UML como lenguaje de modelado y *Rational Rose Enterprise Edition* como ambiente para el modelado.

## 1.7 Herramientas informáticas manejadas para el diseño de la solución propuesta

Hoy día nadie duda de los beneficios que las herramientas informáticas aportan a cualquier empresa u organización: automatizan tareas, reducen la cantidad de trabajo repetitivo sin valor y evitan errores humanos. Es por ello que prácticamente todas las organizaciones cuentan con equipos informáticos en ellas: aplicaciones de facturación, de gestión de clientes y de apoyo a la producción y muchas son herramientas comunes en las empresas de nuestro entorno.

Del latín *ferramenta*, una herramienta es un instrumento que permite realizar ciertos y determinados trabajos. (Definición de herramienta, 2011) Más allá del objeto físico, el concepto de herramienta también se utiliza para nombrar a cualquier procedimiento que mejore la capacidad de realizar ciertas tareas. De esta forma, es posible hablar de herramientas informáticas. (Definición de herramienta, 2011)

### Lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es un lenguaje que puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina o computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos respectivamente. (LENGUAJES DE PROGRAMACION, 2011) Dentro de los más difundidos a nivel mundial y específicamente, en Cuba, se encuentran, para citar algunos ejemplos, los siguientes:

- PHP (*Hypertext Preprocessor* por sus siglas en inglés): Usa una mezcla entre interpretación y compilación para intentar ofrecer a los programadores la mejor mezcla entre rendimiento y flexibilidad. Compila una serie de instrucciones, llamadas opcodes, siempre que puedan ser accedidas. Una ventaja importante de interpretar el código es que toda la memoria usada es manejada por PHP, o sea, no hay por

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

qué preocuparse de las conexiones a las bases de datos. (8 lenguajes de programación que deberías aprender, 2011)

- C#: Es un lenguaje de propósito general orientado a objetos creado por Microsoft para su plataforma .NET. Su sintaxis básica deriva de C/C++ y utiliza el modelo de objetos de la plataforma .NET, el cual es similar al de Java aunque incluye mejoras derivadas de otros lenguajes. Fue diseñado para combinar el control a bajo nivel de lenguajes como C y la velocidad de programación de lenguajes como Visual Basic y que, además, la migración a este por los programadores de C/C++/Java sea lo más inmediata posible. (8 lenguajes de programación que deberías aprender, 2011)
- Java: En los últimos 10 años se convirtió en uno de los lenguajes de programación más empleados en el mundo. Pero a pesar de su popularidad todavía existen muchos programadores que no han descubierto que es lo que hace que Java sea tan especial.

## Java

Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por Sun Microsystems en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios. Se ejecuta en más de 850 millones de ordenadores personales de todo el mundo y en miles de millones de dispositivos (móviles y aparatos de televisión). (¿Qué es Java y por qué lo necesito?, 2011)

Es un lenguaje de desarrollo de propósito general, y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales. Incluye una combinación de características que lo hacen único y está siendo adoptado por multitud de fabricantes como herramienta básica para el desarrollo de aplicaciones comerciales de gran repercusión. (Schildt, 2005)

Una de las características más importantes de Java es la independencia de la plataforma, o sea, que programas escritos en este lenguaje pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware, tal como reza el axioma de Java: “escribir una vez, ejecuta en todas partes” (en inglés “write once, run everywhere”). (¿Qué es Java y por qué lo necesito?, 2011) Pero además, Java se caracteriza por: (Schildt, 2005)

- Ser un lenguaje intrínsecamente orientado a objetos.
- Funcionar perfectamente en red.
- Aprovechar características de la mayoría de los lenguajes modernos evitando sus inconvenientes, en particular los del C++.
- Tener una gran funcionalidad gracias a sus librerías (clases).

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

- No tener punteros manejables por el programador, aunque los maneja interna y transparentemente.
- El manejo de la memoria no es un problema, la gestiona el propio lenguaje y no el programador.
- Generar aplicaciones con pocos errores posibles.

Además, está bien diseñado, es sencillo y relativamente fácil de aprender; pero por si solo no tiene nada en especial que lo haga realmente superior a otros lenguajes que ya existían anteriormente. Sus bibliotecas estándar son muy completas y reducen bastante el esfuerzo necesario para escribir aplicaciones y se podría decir que la existencia de estas es, de cierta manera, más importante que el lenguaje en sí. La parte realmente revolucionaria de Java es su máquina virtual. (Porque Java es especial, 2011)

Java es uno de los lenguajes de programación más utilizados en el desarrollo de aplicaciones de código abierto. Posee una variada bibliografía para aquellos programadores interesados en el aprendizaje del mismo, es rápido, seguro y fiable. Además, existe un gran número de aplicaciones y sitios Web que no funcionan a menos que Java esté instalado. De portátiles a centros de datos, de consolas de juegos a superequipos científicos, de teléfonos móviles a Internet, Java está en todas partes.

Por todas estas razones fue tomado en consideración el lenguaje de programación Java para la realización de este proyecto. Existen varias herramientas de desarrollo que utilizan el lenguaje Java para la realización de diferentes aplicaciones.

## **Herramientas de desarrollo**

Las herramientas de desarrollo son aquellos programas o aplicaciones que tengan cierta importancia en el desarrollo de un programa (programación). Pueden ser de importancia vital (como un ensamblador, un compilador o un editor) o de importancia secundaria, como un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado, por sus siglas en inglés *Integrated Development Environment*). (Herramientas de desarrollo, 2011)

## **Eclipse**

Eclipse es un IDE de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido". (Eclipse software, 2011) Desarrollado originalmente por el Gigante Azul (IBM por sus siglas en inglés, *International Business Machines*) como el sucesor de su familia de herramientas para VisualAge (nombre de una familia de entornos informáticos de desarrollo integrado de IBM). Eclipse es ahora desarrollado por la Fundación Eclipse, una organización independiente sin ánimo de lucro que fomenta una comunidad de

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

código abierto y un conjunto de productos complementarios, capacidades y servicios. (Eclipse software, 2011)

## **NetBeans IDE**

NetBeans es un proyecto open source (software libre) de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante progresión y con cerca de 100 sociedades en todo el mundo. *Sun Microsystems* fundó NetBeans en Junio del 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos de código abierto (open source en inglés). (NetBeans, 2011)

El IDE NetBeans es un ambiente de desarrollo, una herramienta para programadores para escribir, compilar, corregir errores y para ejecutar programas de escritorio, web y aplicaciones móviles. Está escrito en Java y puede servir de soporte a cualquier otro lenguaje de programación (C, C++, PHP, JavaScript, Groovy y Ruby). Existe también un gran número de módulos para extender el NetBeans IDE. Es un producto libre, gratuito y sin restricciones de utilización. (NetBeans, 2010)

La plataforma de NetBeans constituye una fundación modular y extensible usada como una estructura de base para crear aplicaciones de escritorio. Sociedades de desarrollo especializadas proporcionan plugins (módulos de hardware o software que añaden una característica o un servicio específico a un sistema más grande) inestimables que se integran fácilmente en la plataforma y que pueden también utilizarse para desarrollar sus propias herramientas y soluciones. (NetBeans, 2010)

Ambos productos son de código abierto (open source en inglés) y gratuitos para el uso comercial y no comercial. El código fuente está disponible para la reutilización de acuerdo con la Licencia Común de Desarrollo y Distribución (CDDL por sus siglas en inglés, *Common Development and Distribution License*) y la Licencia Pública General (GNU por sus siglas en inglés, *General Public License*). (NetBeans, 2010)

La plataforma ofrece servicios comunes a las aplicaciones de escritorio, permitiéndole al desarrollador enfocarse en la lógica específica de su programa. Entre las características de la plataforma están: (NetBeans, 2010)

- Administración de las interfaces de usuario (menús y barras de herramientas).
- Administración de las configuraciones del usuario.
- Administración del almacenamiento (guardando y cargando cualquier tipo de dato).
- Administración de ventanas.
- Marcos de trabajo (*framework* en inglés) basado en asistentes (diálogo paso a paso).

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

Por lo antes expuesto se escogió para la realización de este proyecto NetBeans IDE 6.8.

## **Marcos de trabajos (*Frameworks*)**

El concepto *framework* se emplea en muchos ámbitos del desarrollo de sistemas de software, no solo en el ámbito de aplicaciones Web. En general, con el término marcos de trabajo se está refiriendo a una estructura de instrucciones compuesta de componentes personalizables e intercambiables para el desarrollo de un programa. En otras palabras, se puede considerar como una aplicación genérica incompleta y configurable a la que pueden añadirle las últimas piezas para construir una completa. (Gutiérrez, 2006) Son creados con el propósito de mejorar el desarrollo de software, permitiendo a los diseñadores y programadores pasar más tiempo identificando requerimientos que tratando con los trabajosos detalles de bajo nivel que provee un sistema funcional.

En el mundo de las aplicaciones es común observar como la inmensa mayoría de los productos utilizan de alguna u otra forma una base de datos que permita el almacenamiento de la información. En este proceso de creación de software, el empleo de *frameworks* se ha convertido para muchos programadores en una potente herramienta.

Luego del análisis de algunos de los marcos de trabajo existentes y de sus características se determinó seleccionar como posibles candidatos los siguientes:

- **Ibatis:** Método de trabajo de código abierto basado en capas. Desarrollado por *Apache Software Foundation* (ASF por sus siglas en inglés) y se ocupa de la capa de Persistencia (se sitúa entre la lógica de Negocio y la capa de Base de Datos). Puede ser implementado en Java y .NET (también existe un puerto para *Ruby on Rails* llamado RBatis). Asocia objetos de modelo (JavaBeans) con sentencias SQL (*Structured Query Language* por sus siglas en inglés) o procedimientos almacenados mediante ficheros descriptores de lenguajes de marcas extensible (XML por sus siglas en inglés, *Extensible Markup Language*) simplificando la utilización de bases de datos. (IBATIS, 2011)
- **Hibernate:** Es una herramienta de Mapeo Objeto-Relacional (ORM por sus siglas en inglés, *Object-Relational Mapping*) para la plataforma Java. Facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación mediante archivos declarativos XML o anotaciones en los beans (componente que se puede reutilizar y que puede ser manipulado visualmente por una herramienta de programación en lenguaje Java) de las entidades que permiten establecer estas relaciones. Es software libre, distribuido bajo los términos de las

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

licencias GNU y Licencia Pública General Reducida (LGPL por sus siglas en inglés, *Lesser General Public License*) y uno de sus mayores atractivos lo constituye el manejo de consultas y su trabajo con bases de datos. (Hibernate, 2010)

## **Hibernate**

Hibernate, como todas las herramientas de su tipo busca solucionar el problema de la diferencia entre los dos modelos de datos coexistentes en una aplicación: el usado en la memoria de la computadora (orientación a objetos) y el usado en las bases de datos (modelo relacional). Para lograr esto permite al desarrollador detallar cómo es su modelo de datos, qué relaciones existen y qué forma tienen. Con esta información le permite a la aplicación manipular los datos de la base operando sobre objetos, con todas las características de la Programación Orientada a Objetos (OOP por sus siglas en inglés, *Object Oriented Programming*). Hibernate convertirá los datos entre los tipos utilizados por Java y los definidos por SQL, generará las sentencias de este y liberará al desarrollador del manejo manual de los datos que resultan de la ejecución de dichas sentencias, manteniendo la portabilidad entre todos los motores de bases de datos con un ligero incremento en el tiempo de ejecución. (Hibernate, 2010)

Hibernate ofrece también un lenguaje de consulta de datos llamado *Hibernate Query Language* (HQL por sus siglas en inglés), al mismo tiempo que una *Application Programming Interface* (API por sus siglas en inglés, Interfaz de programación de aplicaciones) para construir las consultas programáticamente (conocida como "*criteria*"). (Hibernate, 2010)

Por las características antes vistas y las exigencias del cliente se escogió Hibernate como marco de trabajo.

## **Sistemas gestores de bases de datos**

Una base de datos (BD) es un conjunto de datos interrelacionados entre sí, almacenados con carácter permanente en la computadora. (Mato García, 2006)

Los sistemas de gestión de bases de datos (en inglés *Database Management System*, abreviado DBMS) son un tipo de software muy específico dedicado a servir de interfaz entre las bases de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan. (Mato García, 2006)

Existen muchos DBMS en el mundo, entre los que se pueden mencionar Oracle, sistema de gestión de bases de datos relacional (o RDBMS por el acrónimo en inglés de *Relational Data Base Management System*) desarrollado por *Oracle Corporation* que está considerado como uno de los sistemas de bases de datos más completos en la actualidad. (Oracle, 2011) Aunque su dominio en el mercado de servidores empresariales ha sido casi total

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

hasta hace poco, recientemente sufre la competencia del *Microsoft SQL Server* de *Microsoft*, sistema para la gestión de bases de datos basado en el modelo relacional que constituye la alternativa de *Microsoft* a otros potentes DBMS (*Microsoft SQL Server*, 2011) y de la oferta de otros RDBMS con licencia libre como PostgreSQL, el escogido para la presente investigación por sus características y fácil manejo.

## PostgreSQL

PostgreSQL es un DBMS relacional orientado a objetos y libre. Como muchos otros proyectos de código abierto el desarrollo de PostgreSQL no es manejado por una sola empresa sino que es dirigido por una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las cuales trabajan en su desarrollo. (PostgreSQL, 2011) Algunas de sus principales características son:

- Está ampliamente considerado como el sistema de bases de datos de código abierto más avanzado del mundo. Posee muchas características que tradicionalmente sólo se podían ver en productos comerciales de alto calibre. (Riveros, 2008)
- Alta concurrencia: Mediante un sistema denominado Acceso Concurrente Multiversión (MVCC por sus siglas en inglés, *Multiversion Concurrency Control*) PostgreSQL permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Cada usuario obtiene una visión consistente de lo último a lo que se le hizo *commit* (acción de cometer). Esta estrategia es superior al uso de bloqueos por tabla o por filas común en otras bases de datos, eliminando la necesidad del uso de bloqueos explícitos. (Riveros, 2008)
- Amplia variedad de tipos nativos: Provee nativamente soporte para números de precisión arbitraria, texto de largo ilimitado, figuras geométricas (con una variedad de funciones asociadas), protocolos de internet (IP por sus siglas en inglés, *Internet Protocol*) (IPv4 e IPv6), bloques de direcciones al estilo de enrutamientos entre dominios sin clases (CIDR por sus siglas en inglés, *Classless Inter-Domain Routing*), direcciones de control de acceso al medio (MAC por sus siglas en inglés, *Media Access Control*), arreglos y adicionalmente los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos. (Riveros, 2008)
- Claves ajenas: También denominadas llaves ajenas o claves foráneas (*foreign keys*). (Riveros, 2008)
- Disparadores (*triggers*): Un disparador o *trigger* se define en una acción específica basada en algo ocurrente dentro de la base de datos. En PostgreSQL esto significa

# CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS SOBRE EL EMPLEO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LA SELECCIÓN DE PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

la ejecución de un procedimiento almacenado basado en una determinada acción sobre una tabla específica. (Riveros, 2008)

- Vistas, integridad transaccional, herencia de tablas, tipos de datos y operaciones geométricas. (PostgreSQL, 2011)
- Soporte para transacciones distribuidas: Permite a PostgreSQL integrarse en un sistema distribuido formado por varios recursos gestionados por un servidor de aplicaciones donde el éxito de la transacción global es el resultado del éxito de las transacciones locales. (PostgreSQL, 2011)
- Soporte SQL: PL/PgSQL (*Procedural Language/PostgreSQL Structured Query Language* por sus siglas en inglés) añade a la potencia de un lenguaje procedural la flexibilidad y sencillez del SQL. Con PL/PgSQL puede usar todos los tipos de datos, columnas, operadores y funciones de SQL. (ThePostgreSQL Global Development Group, 2003)
- Portabilidad: Debido a que las funciones PL/PgSQL corren dentro de PostgreSQL, estas funciones funcionarán en cualquier plataforma donde PostgreSQL corra. Así podrá reutilizar el código y reducir costes de desarrollo. (ThePostgreSQL Global DevelopmentGroup, 2003)

## 1.8 Conclusiones

Los antecedentes teóricos y metodológicos detallados exponen los beneficios que conlleva el empleo de una aplicación *desktop* como medio y herramienta de trabajo para contribuir a la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás. Además, permiten establecer como metodología de diseño a utilizar RUP, lenguaje de modelado UML, ambiente de modelado Rational Rose Enterprise Edition, como arquitectura la de 3 capas, para la implementación el lenguaje Java utilizando como herramienta de programación NetBeans IDE 6.8 y como sistema gestor de bases de datos PostgreSQL debido a las exigencias de los clientes y a que proporciona al sistema en su interacción con el usuario un ambiente amigable y agradable.

La selección de estas tecnologías se basó principalmente en el principio de código libre y de integración, para que de esta manera pueda funcionar en cualquier plataforma.

### Capítulo II: Descripción de la solución propuesta

#### Introducción

Antes de comenzar a desarrollar un sistema es necesario comprender la organización bajo estudio y los procesos que en ella tienen lugar, a fin de lograr una mejor comprensión del problema a resolver y el común entendimiento entre clientes y desarrolladores; para lo cual se realiza la modelación del negocio.

En este capítulo se describirán las mejoras propuestas ante la situación problemática planteada en el capítulo anterior, se destacarán las reglas establecidas en el negocio, se identificarán los actores y trabajadores del mismo, así como el diagrama de casos de uso y su formato expandido.

Se plantea el análisis del sistema utilizando algunos de los artefactos que propone la Metodología RUP: los Requisitos Funcionales y No Funcionales. Se definen los actores, se representa el diagrama de casos de uso del sistema y se realiza además la descripción de cada caso de uso.

#### 2.1 Reglas del negocio a considerar

Las reglas de negocio describen políticas que deben cumplirse o condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio (Jacobson et al., 2006).

Partiendo de lo planteado anteriormente fueron identificadas las siguientes reglas:

- El Director es el encargado de realizar por escrito la solicitud de compra de tecnologías.
- El Decisor es el encargado de analizar la información referente a la compra de tecnologías.
- El Productor de tecnologías es el encargado de brindar la información necesaria sobre las tecnologías de producción de biogás al Director.

#### 2.2 Modelo del negocio

Modelar e identificar el flujo de los procesos que serán objeto de automatización de un sistema informático, es un elemento clave para lograr un desarrollo exitoso del producto y una buena comunicación entre los desarrolladores, los clientes y el usuario final. A este flujo de trabajo se le denomina: Modelación del Negocio (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006).

El modelado del negocio es una técnica que permite comprender los procesos de negocio de la organización y se desarrolla en dos pasos: (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006)

1. Confección de un modelo de casos de uso del negocio que identifique los actores y casos de uso del negocio que utilicen los actores.
2. Desarrollo de un modelo de objetos del negocio compuesto por trabajadores y entidades del negocio que juntos realizan los casos de uso del negocio.

Uno de los objetivos fundamentales de este capítulo es modelar los procesos de negocio que tienen lugar en aquellas empresas del país, generalmente pertenecientes al sector azucarero, que de una forma u otra tienen algún interés de aplicar tecnologías para la producción de biogás con fines energéticos a través del uso de los artefactos que propone la metodología RUP y el lenguaje UML.

### **2.2.1 Descripción del proceso de selección de las propuestas tecnológicas para la producción de biogás**

El primer paso del modelado del negocio consiste en capturar y definir los procesos de negocio de la organización bajo estudio, tarea crucial que define los límites del proceso de modelado posterior.

Cuando se hable de procesos de negocio se puede decir que son un grupo de tareas relacionadas lógicamente que se llevan a cabo en una determinada secuencia y forma, y que emplean los recursos de la organización para dar resultados que apoyen sus objetivos. (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006). A partir de este concepto fue identificado el siguiente proceso de negocio:

#### **Selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás en las Empresas, fundamentalmente las pertenecientes al sector azucarero, en Cuba.**

En el mundo, tras el auge de las energías renovables y en particular el uso del biogás con fines energéticos, el decidir y seleccionar cuál tecnología es la mejor y más adecuada, cuál es la más económica, cuál es la menos dañina (ambiental y socialmente), entre otras características, cobra mayor interés e importancia.

Cuba no está exenta a dicha necesidad. La creciente y aguda crisis económica mundial obliga a que decidir y seleccionar la mejor tecnología sea un paso importantísimo para su posterior implementación y puesta en marcha. En la actualidad, una empresa generalmente perteneciente al sector del Ministerio de la Azúcar (MINAZ) y con un dominio muy bajo acerca de qué y cuáles tecnologías emplear en la producción de biogás con fines energéticos, realiza mediante su director, una solicitud redactada a un productor de tecnologías de biogás con el interés de adquirir a través de una compra alguna de las mismas. Este llena y le transfiere al mismo una ficha técnica con algunos datos como precio, tamaño, lugar y eficiencia de aquellas que para él son las mejores. El director de la empresa

comparte la información contenida en la ficha técnica recibida con un decisor (persona con algún conocimiento del tema), el cual determina si es factible o no comprar algunas de las tecnologías planteadas y cuál de ellas escoger. El decisor, luego de analizar la información contenida en dicha ficha técnica le da a conocer al director sobre su decisión final y la empresa a partir del mismo, asume la decisión tomada.

### 2.2.2 Actores y trabajadores del negocio

#### Actores del negocio

Un actor del negocio es cualquier individuo, grupo, entidad, organización, máquina o sistema de información externos; con los que el negocio interactúa. Lo que se modela como actor es el rol que se juega cuando se interactúa con el negocio para beneficiarse de sus resultados. (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006) Basado en esta idea se definió como actor del negocio:

Actores	Descripción
Director	Interesado en comprar alguna tecnología para la producción de biogás.

**Tabla 1. Actores del negocio.**

#### Trabajadores del negocio

Un trabajador es una abstracción de una persona (o grupo de personas), una máquina o un sistema automatizado, que actúa en el negocio realizando una o varias actividades, interactuando con otros trabajadores y manipulando entidades (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006).

Seguidamente se muestran los trabajadores del negocio:

Trabajadores	Descripción
Productor de tecnologías	Brinda al Director la información referente a las tecnologías existentes para la producción de biogás.
Decisor	Es el encargado de tomar la decisión e informarle al Director sobre cuál tecnología comprar a partir de la información recibida por parte del mismo.

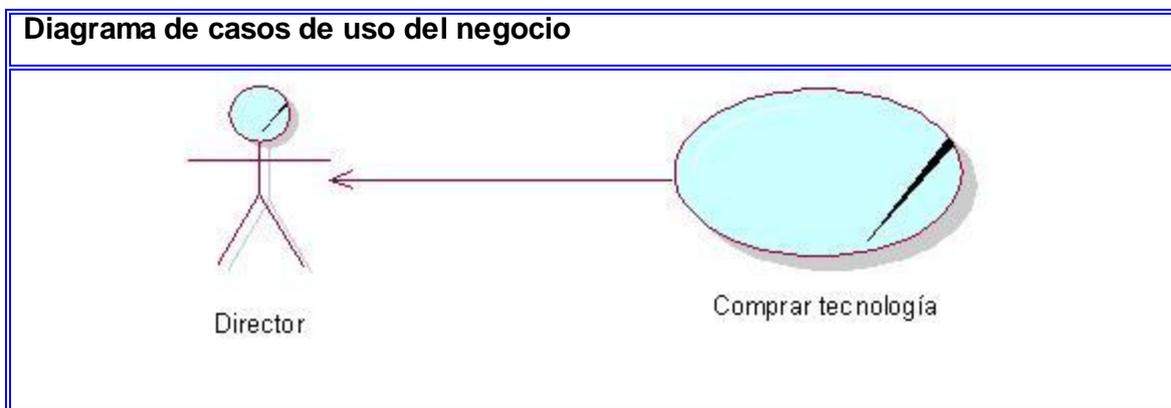
**Tabla 2. Trabajadores del negocio.**

### 2.2.3 Diagrama de casos de uso del negocio

Para tener una visión general de los diferentes procesos de negocio de la organización, se construye un diagrama de casos de uso del negocio, en el cual aparece cada proceso del negocio como un caso de uso.

Los casos de uso del negocio son una secuencia de acciones (actividades) que una organización realiza para obtener un resultado observable y de valor para un actor de negocio particular. (Sommerville, 2006) Es la representación de un grupo de casos de uso del negocio relacionados dentro de la empresa. Expresan qué procesos de la organización proporcionan valor agregado y los individuos que interactúan con la misma. Describen completamente la organización en términos de casos de uso del negocio. (Sommerville, 2006)

Este diagrama permite mostrar los límites y el entorno de la organización bajo estudio. Por esta razón, sólo aparecerán en este diagrama los actores del negocio correspondientes a los roles externos al sistema, de forma que los procesos de negocio en los que tomen parte roles internos a la organización no estarán conectados a ningún actor. (Pressman, 2002)



**Diagrama 1. Diagrama de casos de uso del negocio <Comprar tecnología>.**

### 2.2.4 Descripción de los casos de uso del negocio

<b>Caso de Uso del Negocio:</b> Comprar tecnología	
<b>Actor(es):</b> Director	
<b>Propósito:</b> Adquirir tecnologías para la producción de biogás con fines energéticos, ambientales y sociales.	
<b>Resumen:</b> El Director solicita a un productor de tecnologías el interés de adquirir por medio de una compra alguna tecnología para la producción de biogás. Este le transmite al mismo una serie de informaciones las cuales son compartidas a su vez con un Decisor, el cual se encarga de decidir cuál tecnología comprar. El caso de uso finaliza cuando el Decisor le informa al Director sobre la decisión.	
<b>Acción de Actor</b>	<b>Respuesta del proceso del Negocio</b>
1. El Director redacta la solicitud dando a conocer su interés de	



### 2.2.6 Diagrama del modelo de objetos

El modelo de objetos del negocio es una maqueta interna del mismo, describe cómo cada caso de uso de este es llevado a cabo por parte de un conjunto de trabajadores, que utilizan un grupo de entidades del negocio y unidades de trabajo. (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006)

#### Diagrama del modelo de objeto caso de uso <Comprar tecnología>

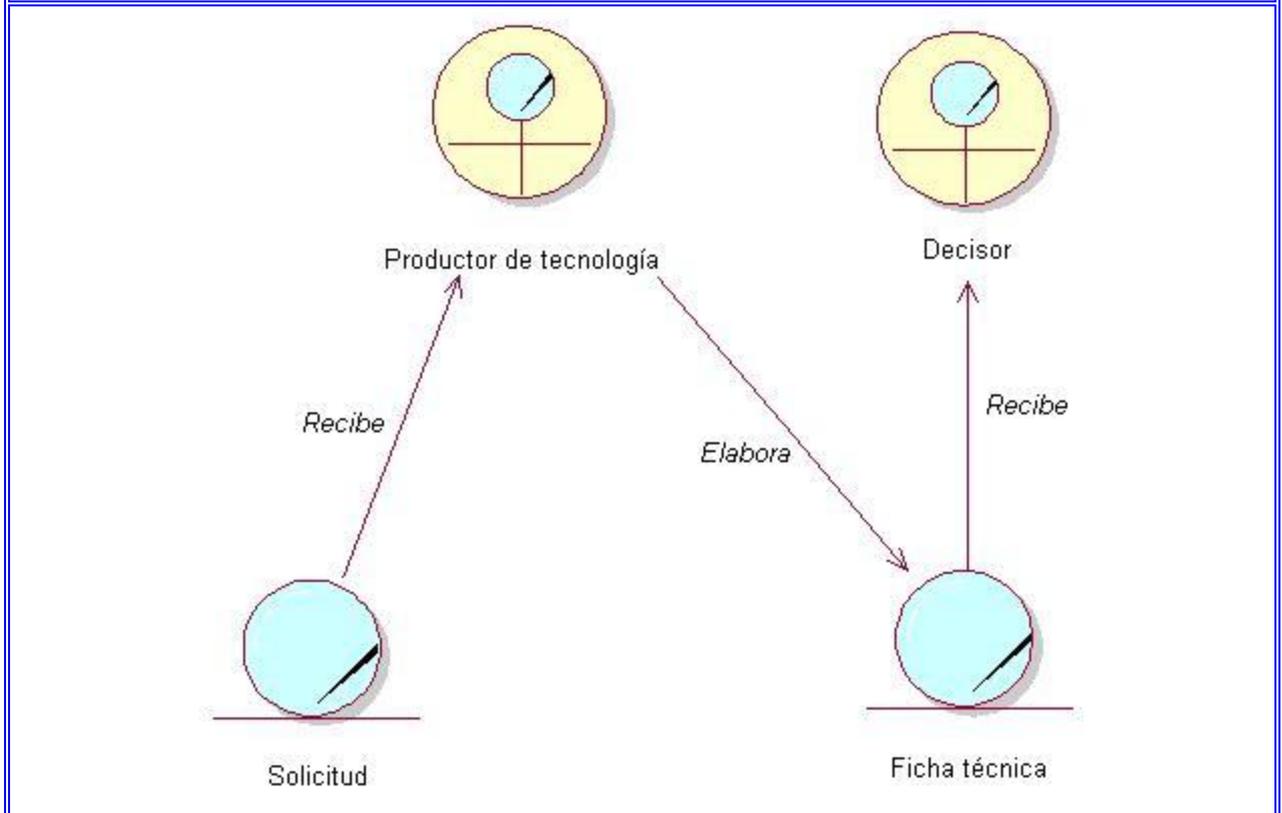


Diagrama 2. Diagrama del modelo de objeto.

### 2.3 Requerimientos

- Condición o capacidad que un usuario necesita para poder resolver un problema o lograr un objetivo.
  - Condición o capacidad que debe exhibir o poseer un sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otra documentación formalmente impuesta.
  - Una condición o capacidad que debe ser conformada por el sistema.
  - Algo que el sistema debe hacer o una cualidad que el sistema debe poseer.
- (Pressman, 2002)

En resumen, es una necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio. Se usa en un sentido formal en la ingeniería de sistemas o la ingeniería de software.

En la ingeniería clásica, los requisitos se utilizan como datos de entrada en la etapa de diseño del producto. Establecen **QUÉ** debe hacer el sistema, pero **NO CÓMO** hacerlo. (Pressman, 2002)

Entre los requerimientos de un sistema se encuentran los requerimientos funcionales y no funcionales.

### **2.3.1 Requerimientos funcionales**

Los requerimientos funcionales definen el comportamiento interno del software: cálculos, detalles técnicos, manipulación de datos y otras funcionalidades específicas que muestran cómo los casos de uso serán llevados a la práctica. Son complementados por los requerimientos no funcionales, que se enfocan, en cambio, en el diseño o la implementación. (Sommerville, 2006)

También permiten expresar una especificación más detallada de las responsabilidades del sistema que se propone. Ellos permiten determinar, de una manera clara, lo que debe hacer el mismo. (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006) Todo esto basándose en las necesidades de los usuarios y clientes.

Los requerimientos funcionales del sistema propuesto son los siguientes:

#### **R1-Iniciar sesión**

#### **R2-Cambiar contraseña**

#### **R3-Gestionar usuarios**

3.1 Ingresar usuario.

3.2 Rectificar usuario.

4.3 Deshacer usuario.

#### **R4-Gestionar roles**

4.1 Ingresar rol.

4.2 Rectificar rol.

4.3 Deshacer rol.

#### **R5-Limpiar contraseña**

#### **R6-Gestionar sustratos**

6.1 Ingresar sustratos.

6.2 Rectificar ingreso de sustratos.

#### **R7-Gestionar etapas tecnológicas**

7.1 Ingresar etapas tecnológicas

7.2 Rectificar ingreso de etapas tecnológicas.

#### **R8-Gestionar tecnologías**

8.1 Ingresar tecnologías.

8.2 Rectificar ingreso de tecnologías.

### **R9-Gestionar parámetros de operación**

9.1 Ingresar parámetros de operación.

9.2 Rectificar ingreso de parámetros de operación.

### **R10-Gestionar parámetros técnicos**

10.1 Ingresar parámetros técnicos.

10.2 Rectificar ingreso de parámetros técnicos.

### **R11-Confeccionar propuestas tecnológicas**

### **R12-Determinar parámetros técnicos y de operación**

### **R13-Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes**

#### **2.3.2 Requerimientos no funcionales**

Un requerimiento no funcional es, en la ingeniería de sistemas y la ingeniería de software, un requisito que especifica criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos, ya que éstos corresponden a los requerimientos funcionales. (Sommerville, 2006) Por tanto, se refieren a todos los requerimientos que no describen información a guardar, ni funciones a realizar.

Dentro de los más habituales se encuentran los siguientes:

- **Apariencia o interfaz externa:** El software brindará una interfaz sencilla que facilite la interacción del usuario con el mismo. Tendrá consistencia con el mundo real de manera que la mayoría de los conceptos manejados son conocidos y les resultan familiares a los usuarios, lo que hace relativamente fácil su uso y aprendizaje.
- **Usabilidad:** El software está orientado para ser usado por diferentes tipos de usuarios dependiendo de su funcionalidad. Su explotación proporcionará un mejor manejo de la información referente al proceso de seleccionar tecnologías para la producción de biogás.
- **Rendimiento:** El software deberá ser rápido ante las solicitudes de los usuarios y en el procesamiento de la información.
- **Soporte:** Se brindará el servicio de instalación del software. Se debe contar con una computadora que cumpla los requerimientos para la instalación del servidor PostgreSQL.
- **Portabilidad:** La plataforma seleccionada para desarrollar el software fue Windows, pero puede ser ejecutada desde otras plataformas como Linux, que soporten el lenguaje Java y se pueda instalar el servidor de PostgreSQL.

- **Seguridad:** El software controlará los diferentes niveles de acceso y funcionalidad de los usuarios, de forma que garantice la protección contra acciones no autorizadas o que puedan afectar la integridad de los datos. Además, se encargará de la verificación sobre acciones irreversibles (eliminaciones).
- **Software:** Se necesita tener instalada la máquina virtual de Java (JVM por sus siglas en inglés, *Java Virtual Machine*) en las computadoras donde se desee utilizar el software. Debe existir una computadora disponible para el servidor de PostgreSQL.
- **Hardware:** Se necesita como requerimientos mínimos una PC (*Personal computer* en inglés, ordenador o computadora personal) con procesador Intel Pentium IV. Requiere como mínimo 256 MB (*Megabyte* en inglés, unidad de medida de cantidad de datos informáticos) de memoria RAM (*Memory access random* en inglés, Memoria de acceso aleatorio).
- **Ayuda y documentación en línea:** El software contará con una ayuda que mostrará al usuario las principales funcionalidades del sistema.
- **Políticos-culturales y legales:** El software propuesto responderá a los intereses de las empresas cubanas, principalmente a las espirituanas, interesadas en adquirir y poner en marcha tecnologías para la producción de biogás con fines, específicamente energéticos. El nivel social, cultural o étnico, no determinará una prioridad o limitante a la hora de brindar los servicios que ofrece el software.

### 2.4 Modelo de casos de uso del sistema

El modelo de casos de uso permite que los desarrolladores de software y los clientes lleguen a un acuerdo sobre los requisitos, es decir, sobre las condiciones y posibilidades que debe cumplir el sistema. Además, describe lo que hace un sistema desde el punto de vista de un observador externo y debido a esto, un diagrama de este tipo generalmente es de los más sencillos de interpretar en UML, ya que su razón de ser se concentra en un **Qué** hace el sistema, a diferencia de otros diagramas UML que intentan dar respuesta a un **Cómo** logra su comportamiento el sistema. (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2006)

#### 2.4.1 Actores del sistema

Se le llama actor a toda entidad externa al sistema que guarda una relación con éste y que le demanda una funcionalidad. Esto incluye a los operadores humanos pero también incluye a todos los sistemas externos, además de entidades abstractas, como el tiempo. (Pressman, 2002)

Se definieron los siguientes actores del sistema:

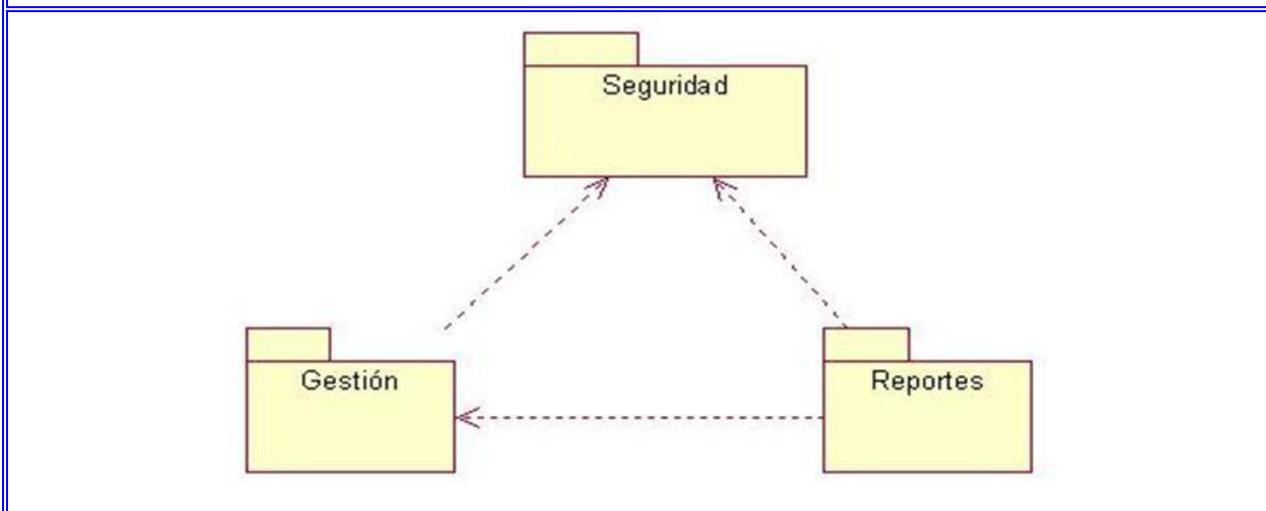
Actores	Descripción
Administrador	Prepara el software para su puesta en marcha y lo actualiza teniendo en cuenta las nuevas características que puedan surgir. Tiene todos los permisos para trabajar con el software; por tanto, está relacionado con todos los casos de uso.
Especialista	Es el encargado de ingresar toda la información referente y necesaria para la creación de las propuestas tecnológicas.
Decisor	Es el encargado de determinar cuál de las propuestas seleccionar.

**Tabla 4. Actores del sistema.**

### 2.4.2 Paquetes y sus relaciones

Dado el número de casos de uso, se introducen paquetes para lograr una mejor comprensión y organización de los elementos en grupos. En la siguiente figura se muestra el diagrama de casos de uso distribuido por paquetes:

**Diagrama de casos de uso del sistema por paquetes**



**Diagrama 3. Diagrama de casos de uso del sistema por paquetes.**

### 2.4.3 Descripción de casos de uso del sistema agrupados por paquetes

Con la descripción de los casos de usos identificados en el sistema, se podrá obtener una idea más clara y detallada de las diferentes funcionalidades que debe ejercer la aplicación.

El paquete **Seguridad** contiene los siguientes casos de uso:

- Iniciar sesión.
- Cambiar contraseña.
- Limpiar contraseña.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #1</b>	<b>Iniciar sesión</b>
<b>Propósito</b>	Tener acceso a la aplicación.
<b>Actores</b>	Usuario (Administrador, Especialista y Decisor)
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la seguridad del sistema. Mediante este caso de uso el usuario accede a la aplicación y se visualizan las opciones en dependencia del rol que ocupe.	
<b>Referencias</b>	R1

**Tabla 5. Descripción del caso de uso del sistema <Iniciar sesión>.**

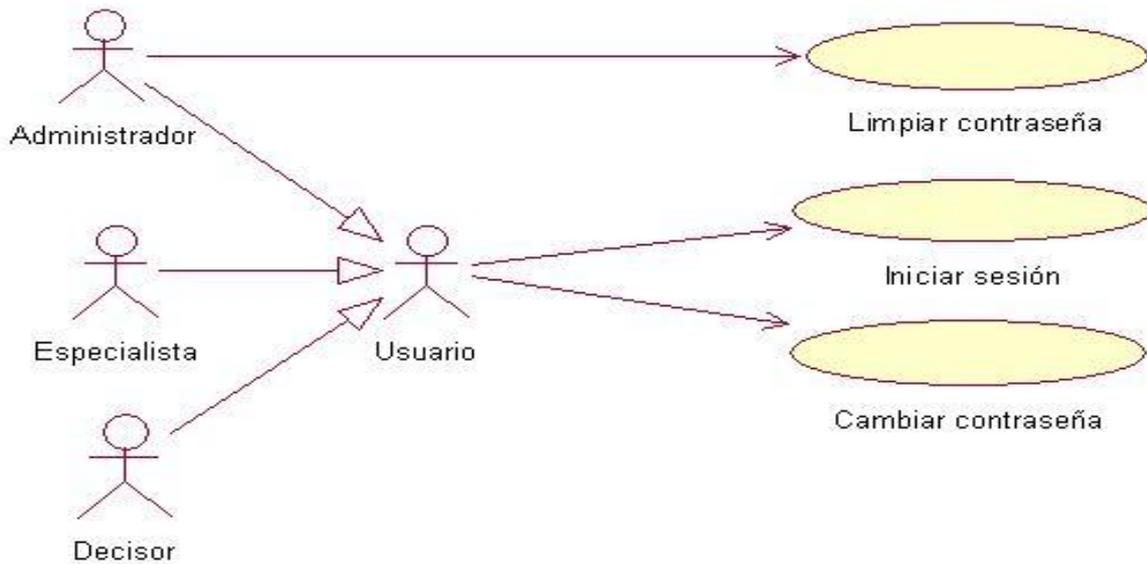
<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #1</b>	<b>Cambiar contraseña</b>
<b>Propósito</b>	Cambiar la contraseña de un usuario.
<b>Actores</b>	Usuario (Administrador, Especialista y Decisor)
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la seguridad del sistema. Mediante este caso de uso el usuario puede cambiar su contraseña cuando lo necesite y estime conveniente.	
<b>Referencias</b>	R2

**Tabla 6. Descripción del caso de uso del sistema <Cambiar contraseña>.**

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #5</b>	<b>Limpiar contraseña</b>
<b>Propósito</b>	Limpiar la contraseña de un usuario en caso de que se le haya olvidado o perdido.
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la seguridad del sistema. Mediante este caso de uso el administrador puede limpiar la contraseña de cualquier usuario que la haya perdido u olvidado.	
<b>Referencias</b>	R5

**Tabla 7. Descripción del caso de uso del sistema <Limpiar contraseña>.**

## Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Seguridad>



**Diagrama 4. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Seguridad>.**

El paquete **Gestión** contiene los siguientes casos de uso:

- Gestionar usuarios.
- Gestionar roles.
- Gestionar sustratos.
- Gestionar etapas tecnológicas.
- Gestionar tecnologías.
- Gestionar parámetros de operación.
- Gestionar parámetros técnicos.
- Gestionar propuestas tecnológicas.

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #3</b>	<b>Gestionar usuarios</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema los usuarios que podrán acceder posteriormente al mismo.
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa, rectifica y se deshace cualquier usuario.	
<b>Referencias</b>	R3

**Tabla 8. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar usuarios>.**

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #3</b>	<b>Gestionar roles</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema los roles que permitirán la visibilidad de las opciones en el sistema.
<b>Actores</b>	Administrador
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa, rectifica y se deshace cualquier rol.	
<b>Referencias</b>	R4

**Tabla 9. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar roles> .**

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #6</b>	<b>Gestionar sustratos</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema los sustratos que intervienen en el proceso de producción de biogás.
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa y rectifica cualquier sustrato que interviene en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R6

**Tabla 10. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar sustratos> .**

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #7</b>	<b>Gestionar etapas tecnológicas</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema las etapas tecnológicas que intervienen en el proceso de producción de biogás.
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa y rectifica cualquier etapa tecnológica que interviene en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R7

**Tabla 11. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar etapas tecnológicas> .**

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #8</b>	<b>Gestionar tecnologías</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema las tecnologías que intervienen en el proceso de

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

	producción de biogás.
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa y rectifica cualquier tecnología que interviene en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R8

Tabla 12. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar tecnologías> .

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #9</b>	<b>Gestionar parámetros de operación</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema los parámetros de operación que intervienen en el proceso de producción de biogás.
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa y rectifica cualquier parámetro de operación que interviene en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R9

Tabla 13. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar parámetros de operación> .

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #10</b>	<b>Gestionar parámetros técnicos</b>
<b>Propósito</b>	Registrar en el sistema los parámetros técnicos que intervienen en el proceso de producción de biogás.
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se ingresa y rectifica cualquier parámetro técnico que interviene en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R10

Tabla 14. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar parámetros técnicos> .

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #11</b>	<b>Gestionar propuestas tecnológicas</b>
<b>Propósito</b>	Crear a partir de un conjunto de pasos, como la selección del sustrato, de las etapas tecnológicas y de las tecnologías por etapas, las propuestas tecnológicas que intervienen en el proceso de producción de biogás.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b>	Este caso de uso está relacionado con la gestión de datos en el sistema para su posterior funcionamiento. Mediante este caso de uso se confecciona o crea y se ingresa cualquier propuesta tecnológica que interviene en el proceso de producción de biogás.
<b>Referencias</b>	R11

Tabla 15. Descripción del caso de uso del sistema <Gestionar propuestas tecnológicas> .

### Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Gestión>

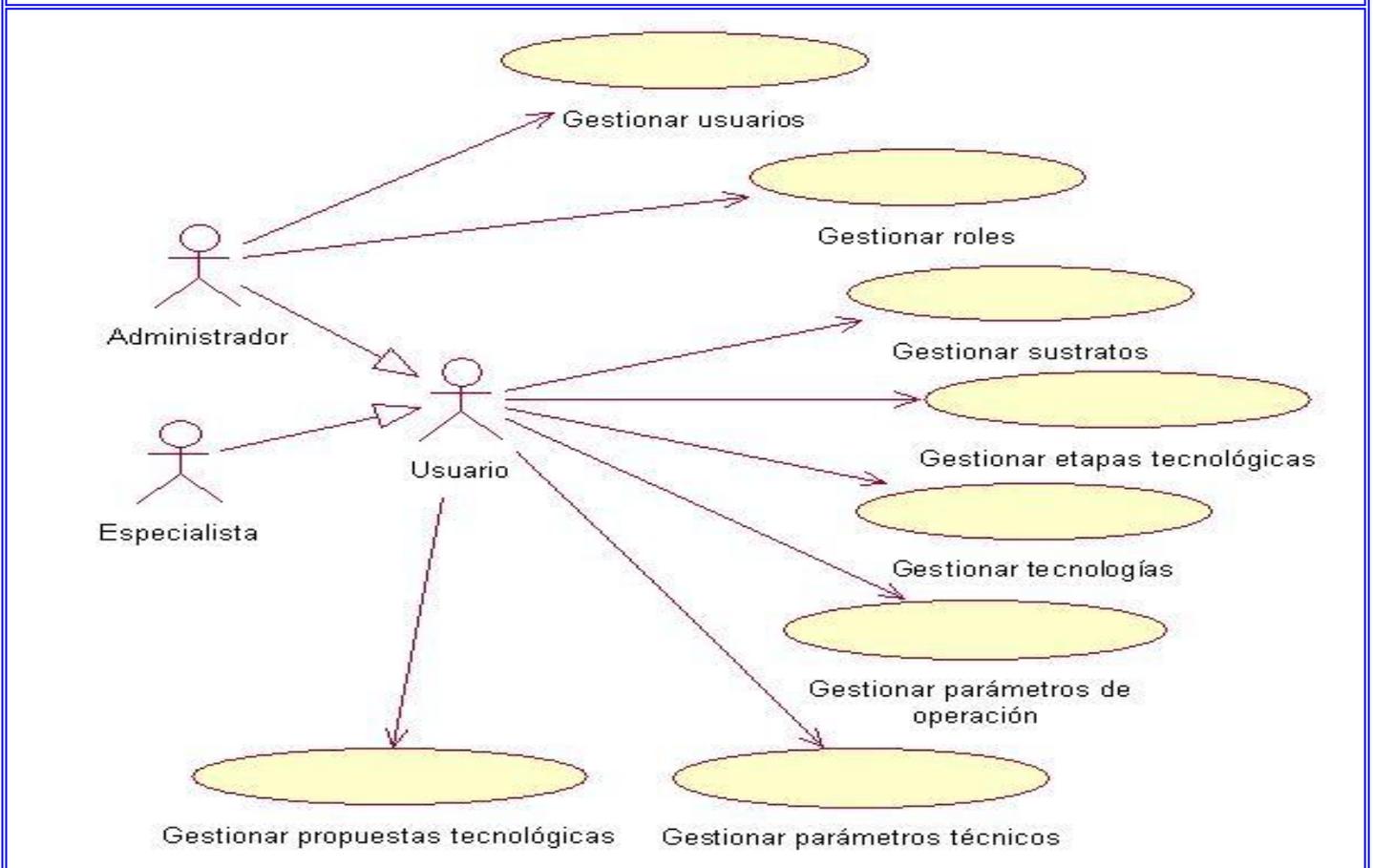


Diagrama 5. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Gestión>.

El paquete **Reportes** contiene los siguientes casos de uso:

- Determinar parámetros técnicos y de operación.
- Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes.

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #12</b>	<b>Determinar parámetros técnicos y de operación</b>
<b>Propósito</b>	Mostrar a partir de datos de entrada como la demanda química de oxígeno, la acidez, la temperatura, el flujo, la propuesta tecnológica, entre otros, los parámetros técnicos y de operación.

## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

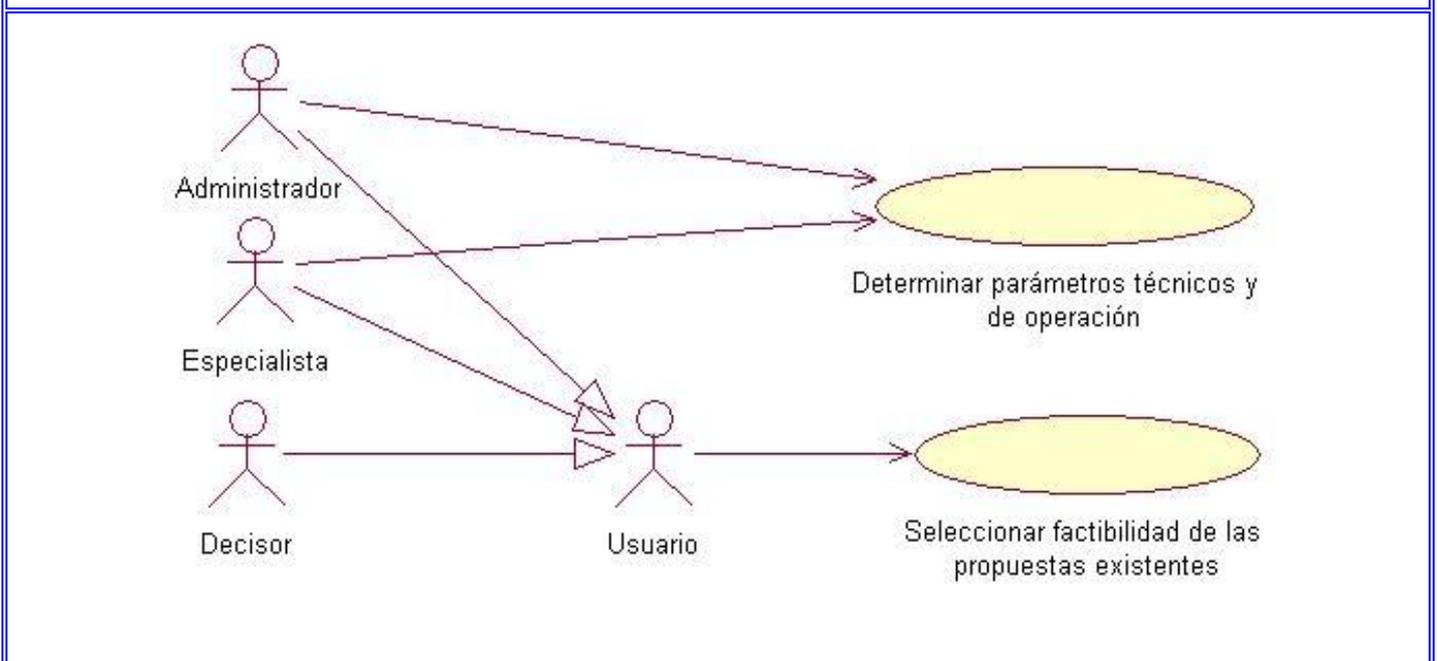
<b>Actores</b>	Administrador y Especialista
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con los reportes brindados por el sistema. Mediante este caso de uso se muestran los valores de los parámetros técnicos y de operación que intervienen en el proceso de producción de biogás.	
<b>Referencias</b>	R12

**Tabla 16. Descripción del caso de uso del sistema <Determinar parámetros técnicos y de operación>.**

<b>Caso de uso</b>	
<b>Caso de uso #13</b>	<b>Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes</b>
<b>Propósito</b>	Mostrar a partir de datos de entrada como el sustrato, la factibilidad de las propuestas existentes tanto positiva como negativamente.
<b>Actores</b>	Administrador, Especialista y Decisor
<b>Resumen:</b> Este caso de uso está relacionado con los reportes brindados por el sistema. Mediante este caso de uso se muestran y evalúan las propuestas más y menos factibles a emplear de acuerdo a ciertos indicadores (económico, ambiental y social). También se puede realizar un re-evaluación en base a dichos indicadores.	
<b>Referencias</b>	R13

**Tabla 17. Descripción del caso de uso del sistema <Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes>.**

### Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Reportes>



**Diagrama 6. Diagrama de casos de uso del sistema paquete <Reportes>.**

### **2.5 Conclusiones**

Buscando establecer un común entendimiento entre usuario y equipo de desarrollo, fueron definidas en el presente capítulo las principales funcionalidades del sistema. Se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales que permiten a la aplicación dar solución a los problemas actuales. Se identificaron los tipos de usuarios y su determinado comportamiento con la aplicación obteniéndose el modelo de casos de uso del sistema con una breve descripción de cada uno.

### Capítulo III: Construcción de la solución propuesta

#### Introducción

El presente capítulo se encarga de realizar un análisis de las funcionalidades deseadas y necesarias del sistema propuesto, con el objetivo de plantear la concepción general del diseño y cómo se implementa éste. De esta forma se presentan los diagramas de clases del diseño que detallan la interacción de las distintas formas, se estructura la información que se desea persista a través del diseño de la base de datos, se describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye la funcionalidad entre los nodos de cómputo. Así como también son descritos los estándares de diseño y programación seguidos.

#### 3.1 Diagrama de clases del diseño

Los diagramas de clases son un tipo de diagrama estático que describe la estructura de un sistema mostrando sus clases, atributos y las relaciones entre ellos. Son utilizados durante el proceso de análisis y diseño de aplicaciones, donde se crea el diseño conceptual de la información que se manejará en el medio y los componentes que se encargarán del funcionamiento y la relación entre uno y otro. (Sommerville, 2006) Constituyen el pilar básico del modelado con UML, siendo utilizados para mostrar lo que la aplicación puede hacer (análisis) y cómo puede ser construido (diseño).

Los diagramas de clases son los más utilizados en el modelado de sistemas orientados a objetos y son muy importantes, no sólo para visualizar, especificar y documentar modelos estructurales, sino también para construir sistemas ejecutables aplicando ingeniería directa e inversa. (Sommerville, 2006)

A continuación se muestran algunos de los diagramas de clases del diseño: (Ver anexo 2)

# CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Diagrama de clases del diseño caso de uso <Iniciar sesión>

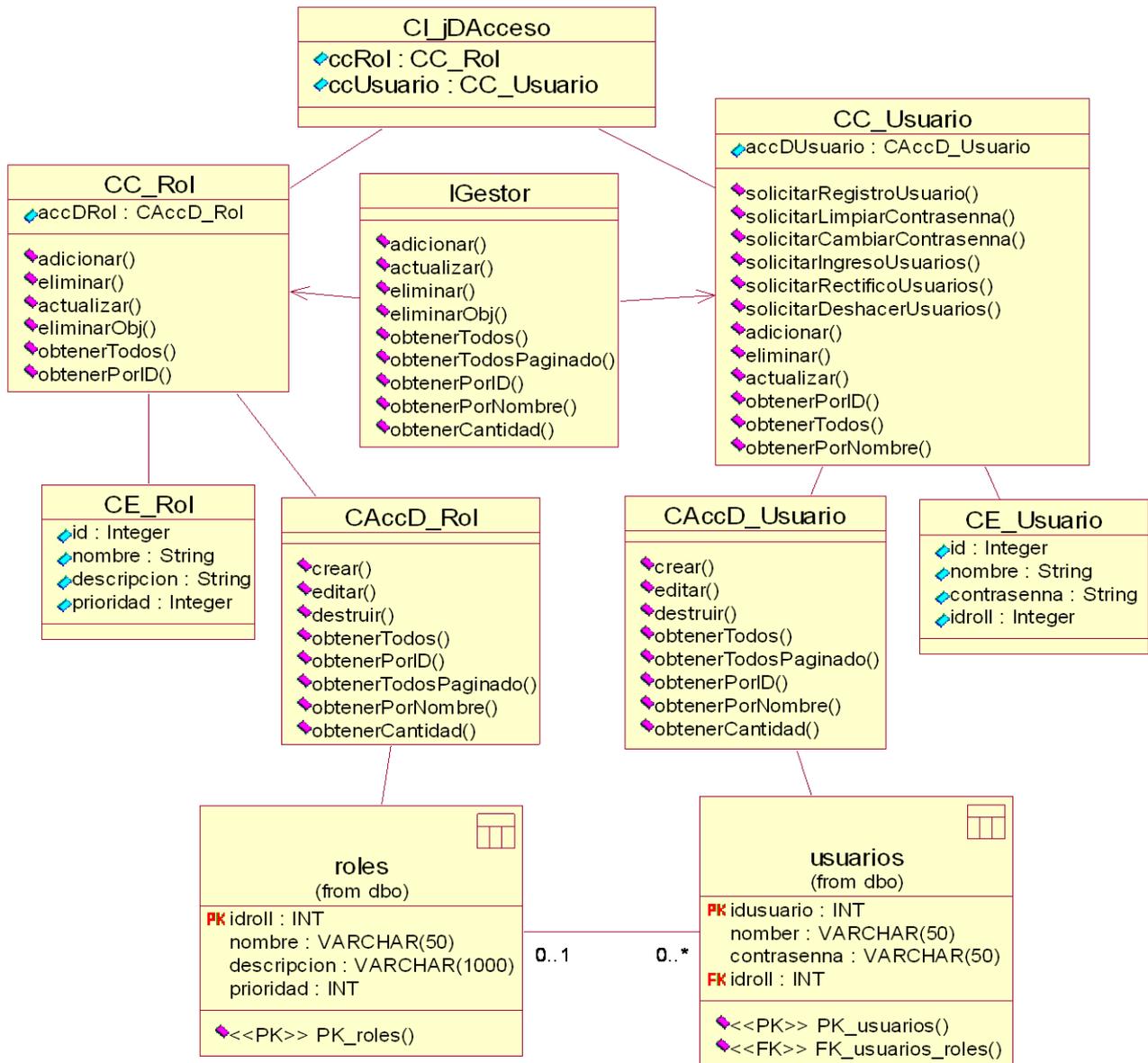


Diagrama 7. Diagrama de clases del diseño caso de uso <Iniciar sesión>.

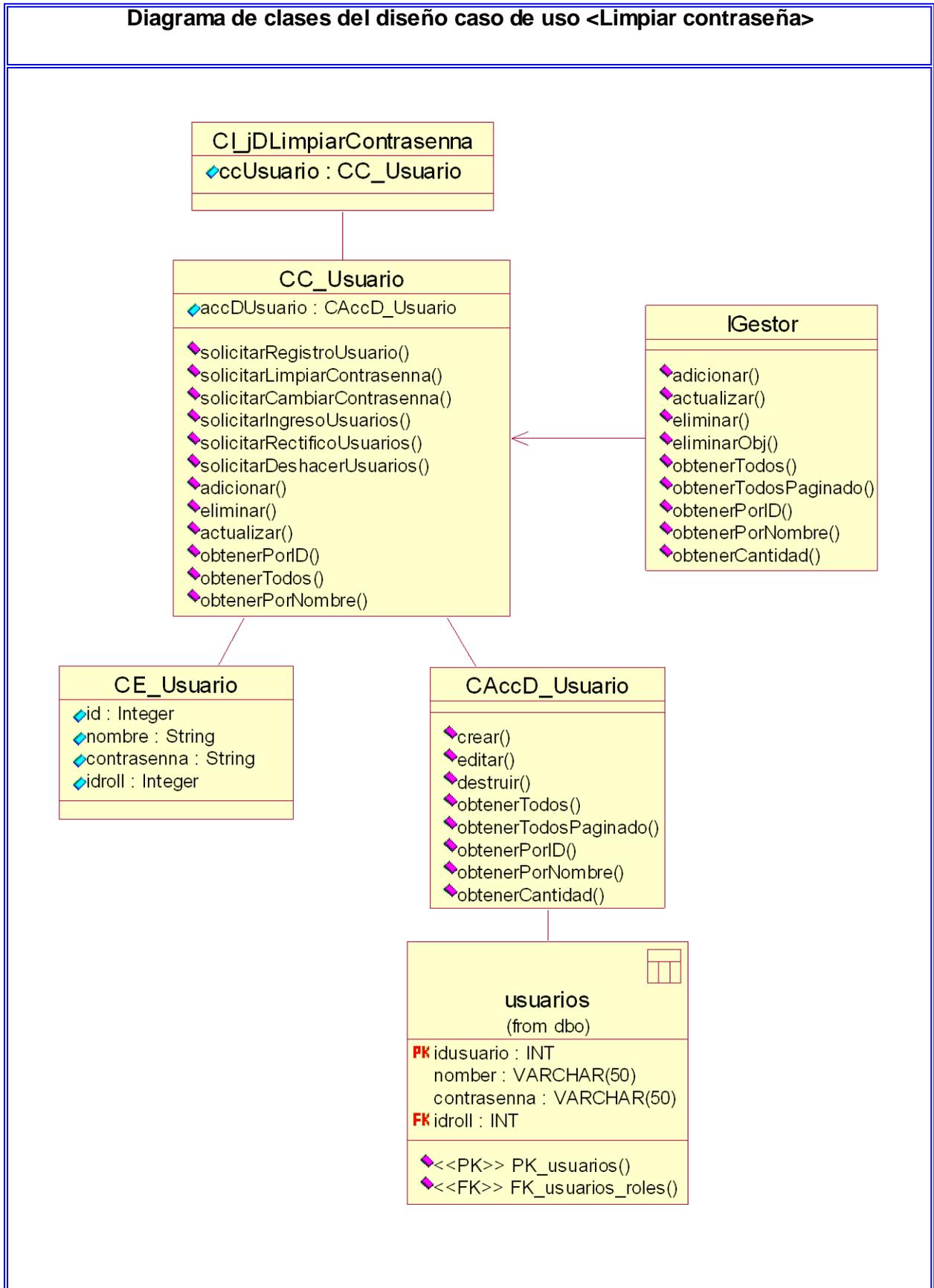


Diagrama 8. Diagrama de clases del diseño caso de uso <Limpiar contraseña>.

# CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Cambiar contraseña>

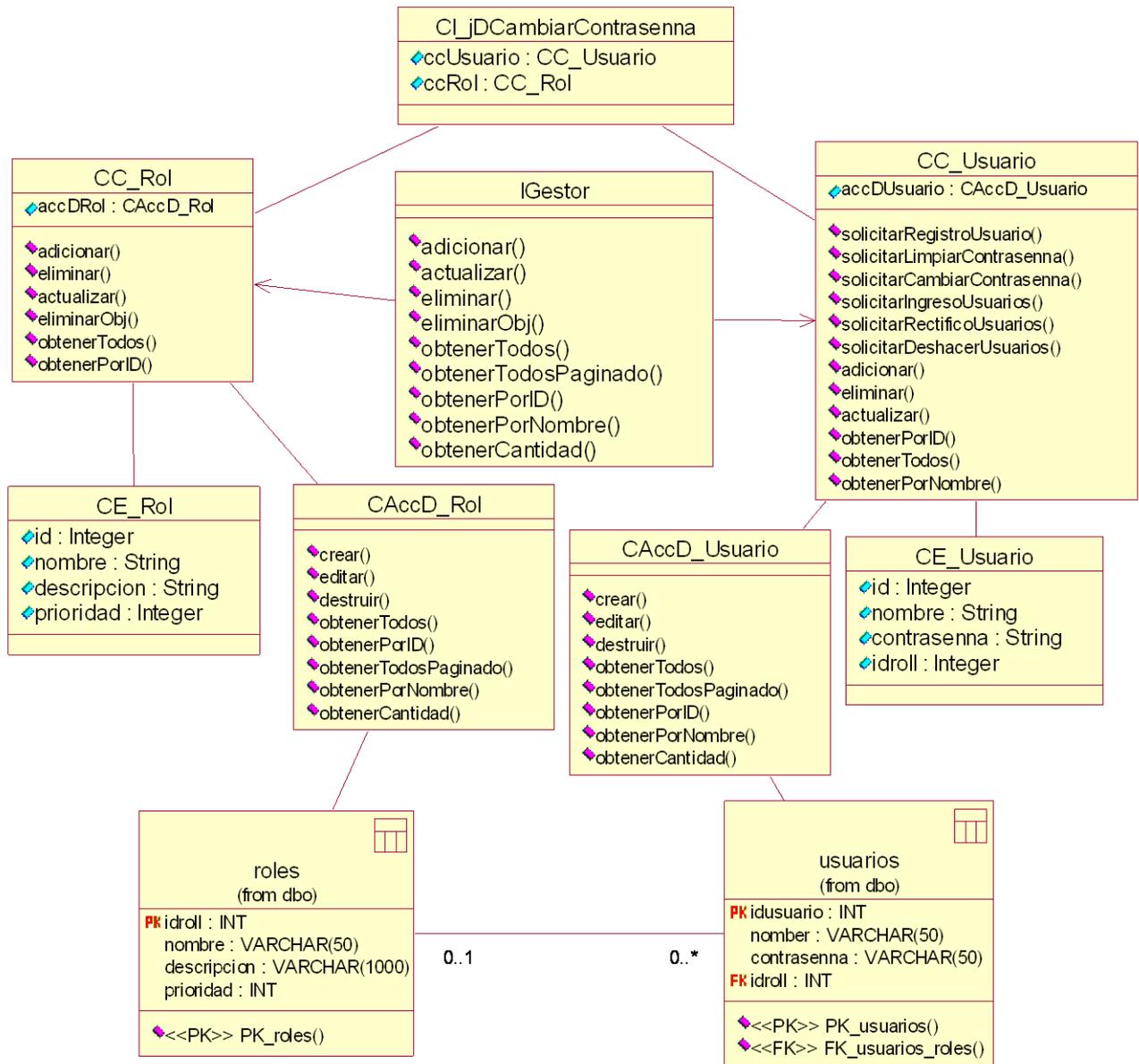
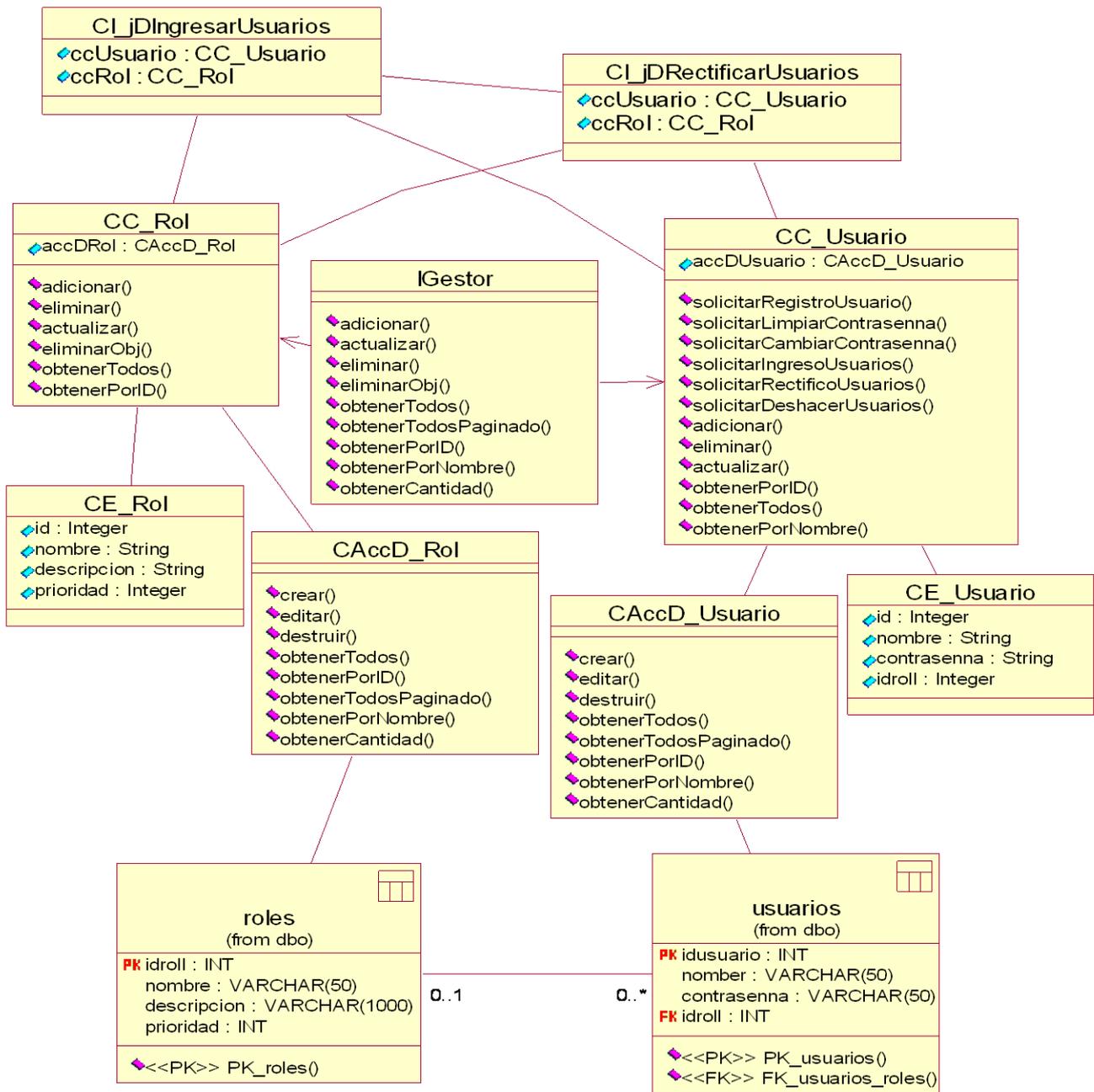
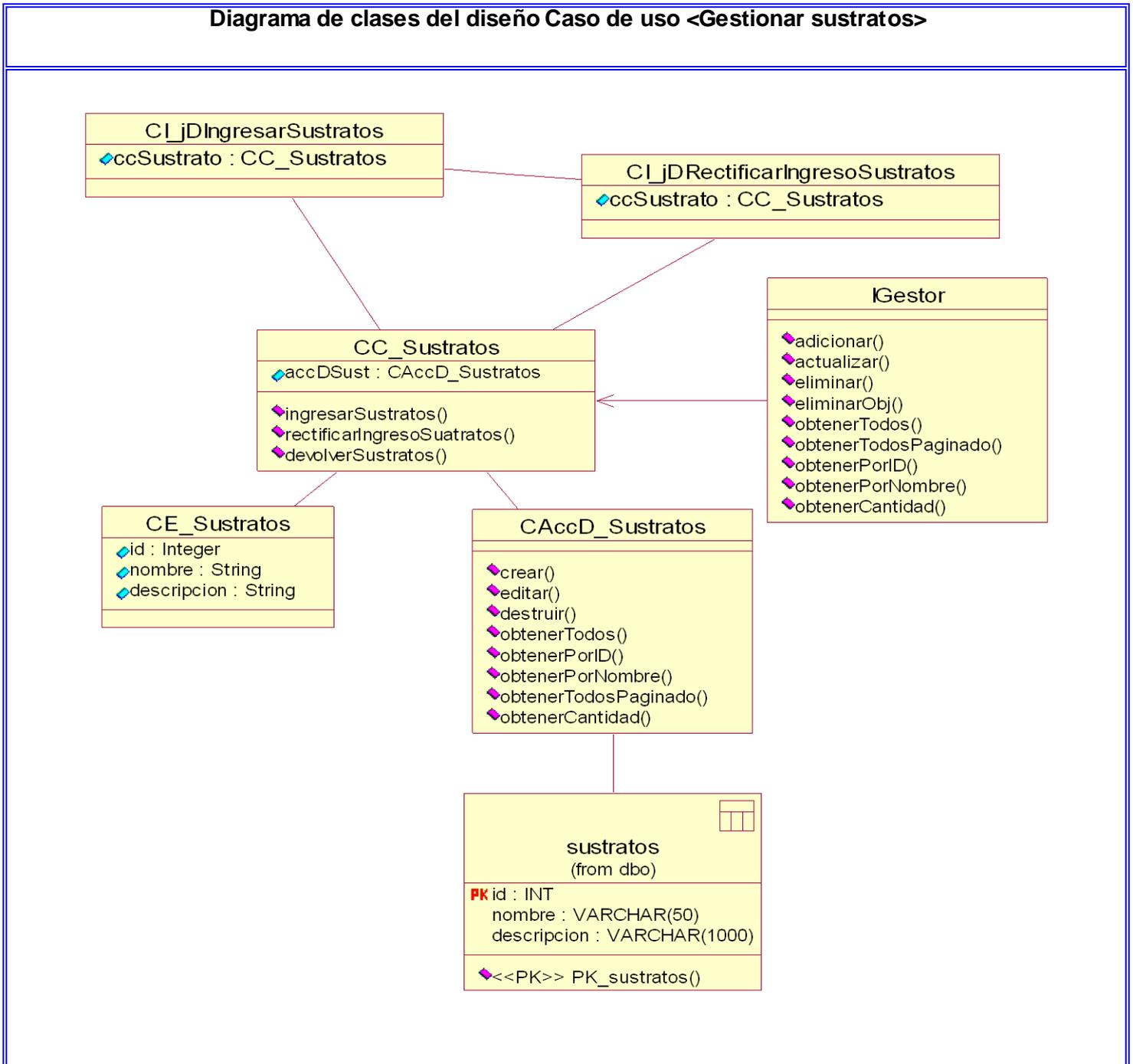


Diagrama 9. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Cambiar contraseña>.

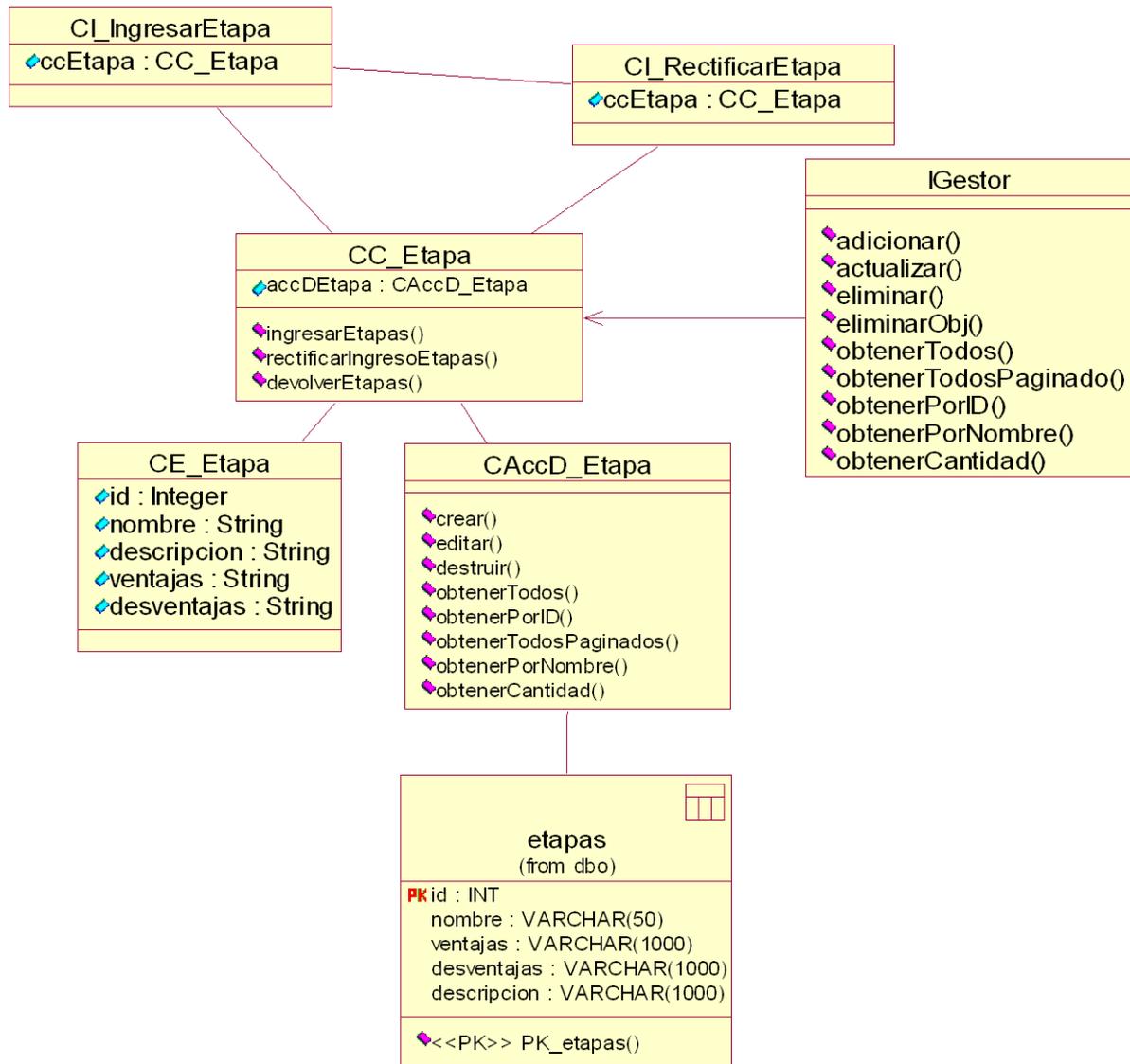
**Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar usuarios>**



**Diagrama 10. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar usuarios>.**



**Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar etapas tecnológicas>**



**Diagrama 12. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar etapas tecnológicas>.**

# CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar tecnologías>

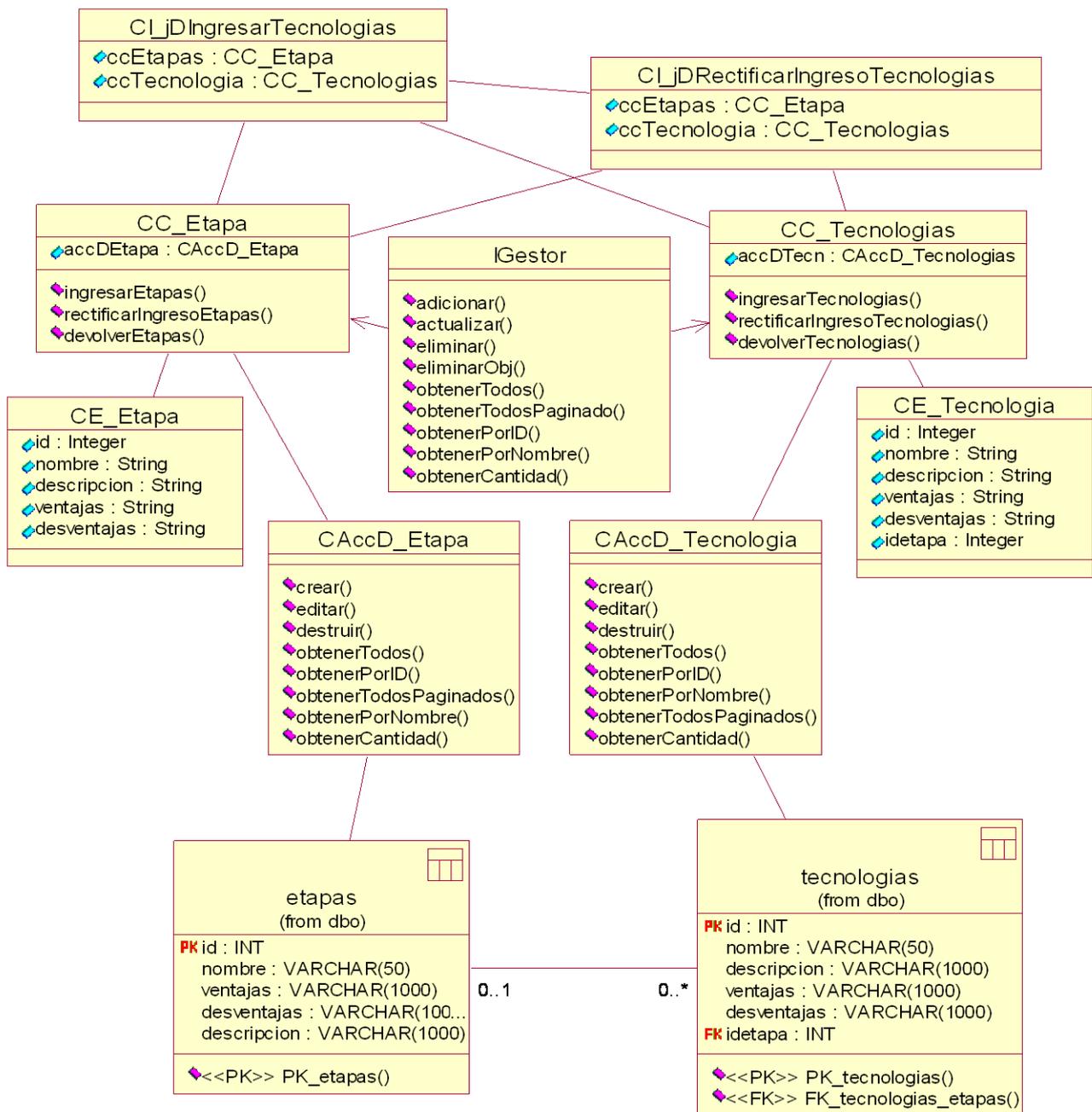


Diagrama 13. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar tecnologías>.

# CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros de operación>

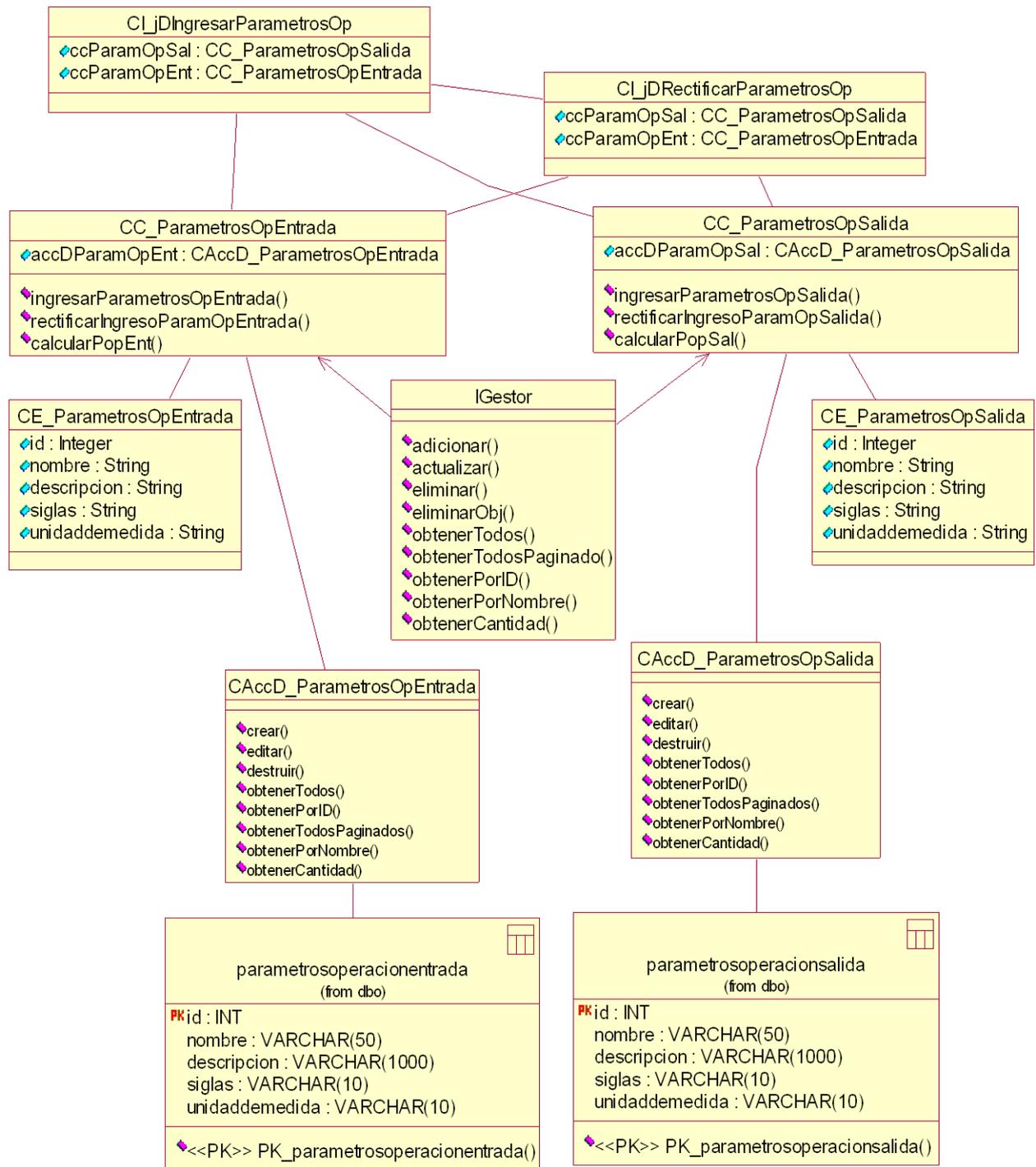
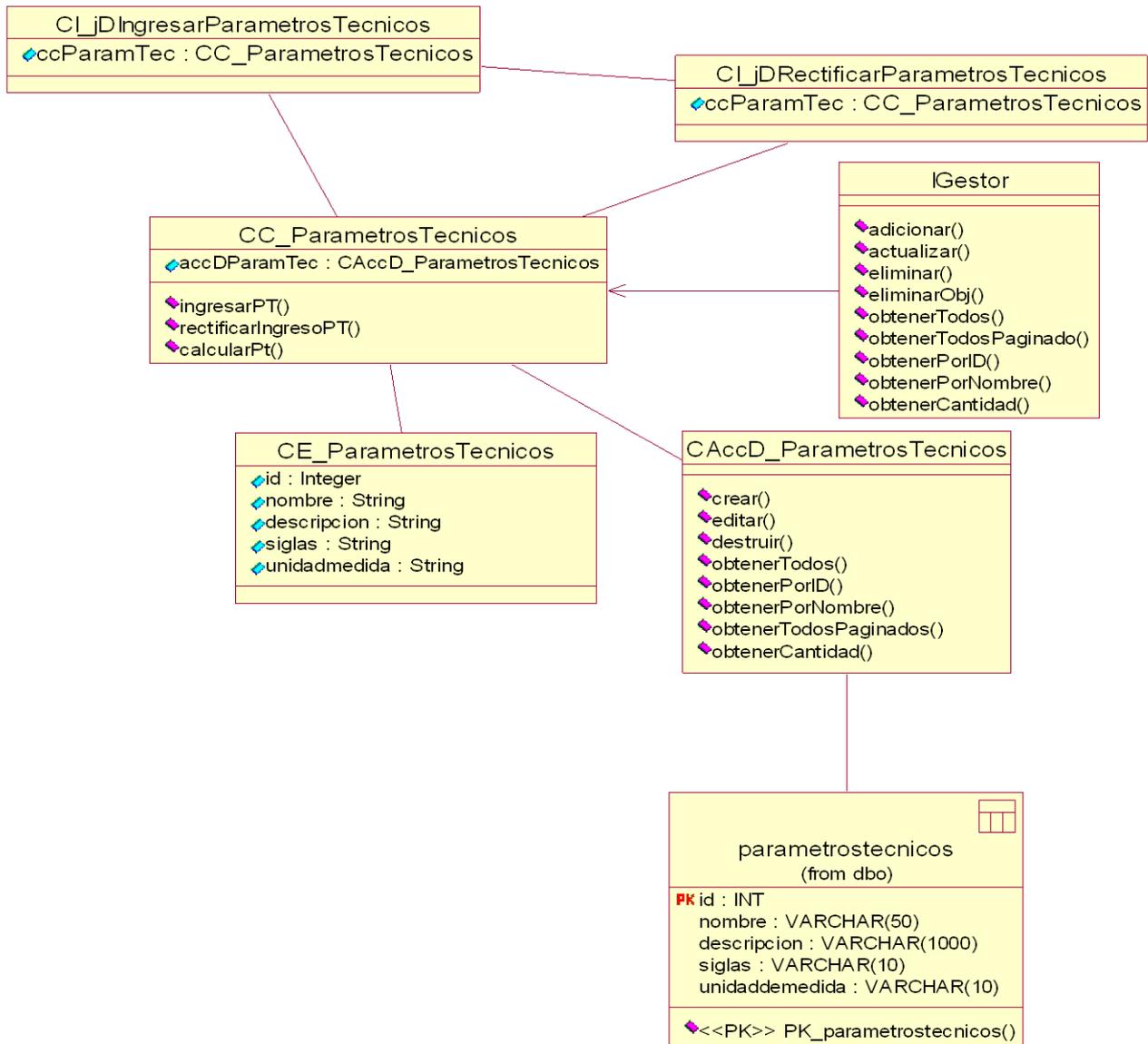


Diagrama 14. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros de operación>.

**Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros técnicos>**



**Diagrama 15. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar parámetros técnicos>.**

### 3.2 Diseño de la base de datos

Las bases de datos necesitan de una definición de su estructura que le permitan almacenar datos, reconocer el contenido y recuperar la información. La estructura tiene que ser desarrollada para la necesidad de las aplicaciones que la usarán, esto ayuda a realizar un proceso del negocio para alcanzar un valor agregado para el cliente. La puesta en práctica

## CAPÍTULO III: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA.

de la base de datos es el paso final en el desarrollo de aplicaciones de soporte del negocio. Tiene que conformarse con los requisitos del proceso del negocio, que es la primera abstracción de la vista de la base de datos. (Sommerville, 2006)

Para el diseño de la base de datos se realiza el diagrama de clases persistentes y el modelo de datos.

### 3.2.1 Diagrama de clases persistentes

El diagrama del modelo lógico de datos o diagrama de clases persistentes, muestra las clases capaces de mantener su valor en el espacio y en el tiempo (Méndez Cáceres, 2005).

A partir de este planteamiento se definieron las clases que participan en el modelo lógico de datos.

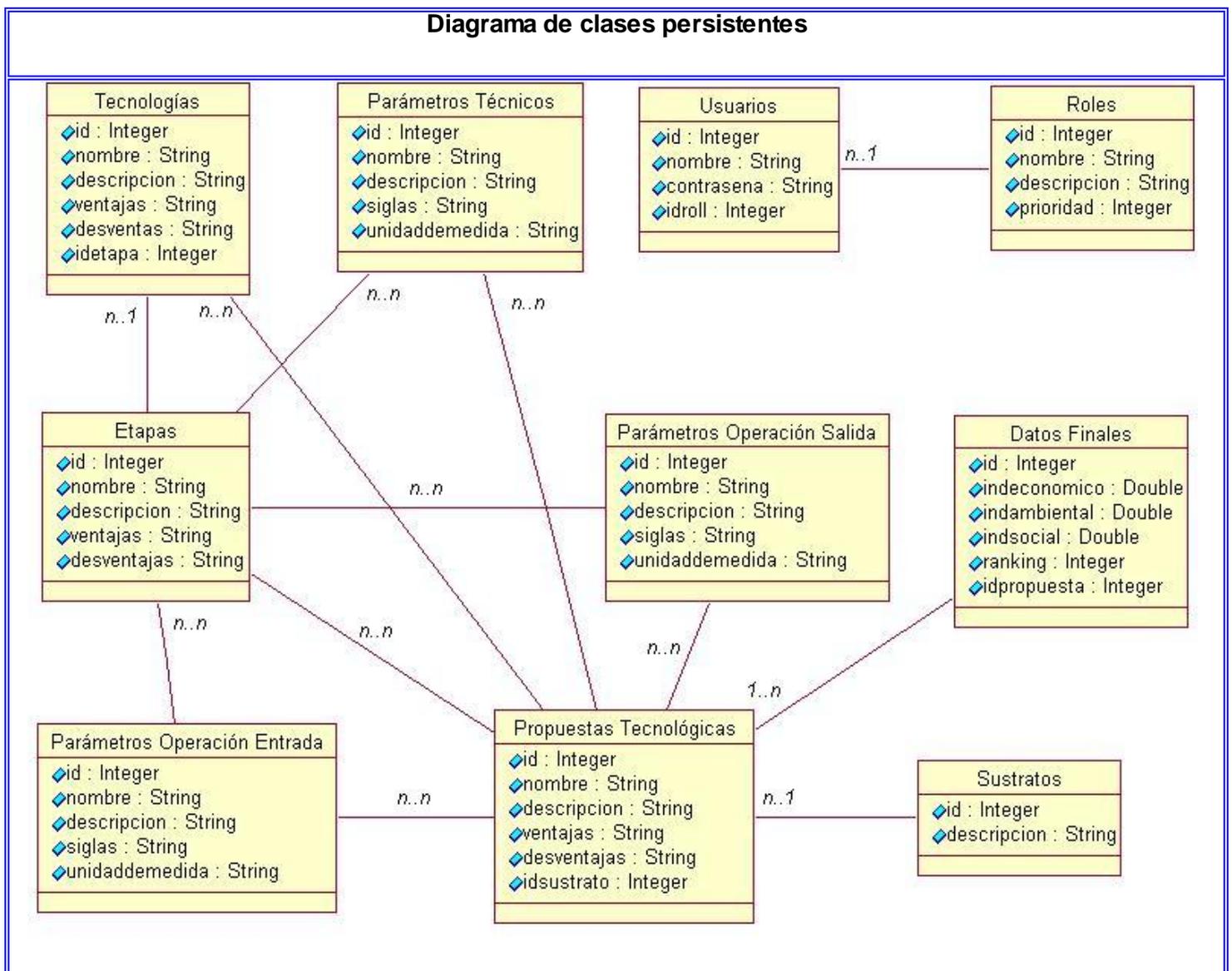


Diagrama 16. Diagrama de clases persistentes.

### 3.2.2 Modelo de datos

Cuando se define correctamente el modelo lógico, se hace mucho menos engorroso llegar al modelo de datos o modelo físico como también se le denomina en la metodología RUP: *“el modelo de datos representa la estructura o descripción física de las tablas de la base de datos y es obtenido a partir del diagrama de clases persistentes”* (Méndez, 2005).

Además, el modelado de datos constituye el proceso de ordenar los datos y sus relaciones con el fin de desarrollar el modelo lógico de la base de datos. Pretende los objetivos de conseguir estructuras de datos flexibles, estables y normalizados y separar procesos de los datos. (Anexo 3)

### 3.3 Principios de diseño

A continuación se describen los principios de diseño seguidos para el desarrollo del sistema, los cuales influyen notablemente en el éxito o fracaso de una aplicación.

#### 3.3.1 Estándares en la interfaz de la aplicación

El producto debe ser legible y con colores agradables que no llamen mucho la atención debido a que su uso requiere de concentración. Por tanto se han utilizado principalmente tonos azules y blancos, pues estos son colores que tienen una gama de degradados bastante refrescantes. Son colores serios y agradables a la vista. El tipo de letra utilizada es Arial de estilo regular y negrita dependiendo de los textos que son enunciados y los que no lo son, el tamaño de letra que prevalece es de 12 píxeles. Se utilizó un ambiente similar en cada ventana de interfaz, mientras que la funcionalidad lo permitiera, para familiarizar al usuario con la aplicación. El lenguaje de las opciones que han sido utilizadas es de fácil comprensión para el usuario sin emplear palabras técnicas de informática.

El diseño es bastante conservador pues el sistema brinda un menú en la ventana principal, el cual es diferenciado de acuerdo al usuario que se autentifique. En este menú se tiene toda la funcionalidad del sistema, en el cual se han usado íconos para una mayor comprensión y amigabilidad del usuario con cada opción del mismo. La entrada de información por parte de los usuarios se realiza a través de formularios. (Ver anexo 4.1, 4.3, 4.8 y 4.21)

#### 3.3.2 Formatos de reportes

Los reportes en general han sido diseñados con un formato de letra clara y legible, así como colores claros para no recargar ni hacer engorrosa su visualización, logrando calidad y nitidez en la impresión de la información generada. Cada reporte estará centrado con letra

de tamaño normal y en negrita. La información mayormente será organizada en áreas de textos, con posibilidad de ser copiada y luego impresa, por medio de la herramienta Microsoft Word. (Ver anexo 4.20 y 4.22)

### **3.3.3 Concepción general de la ayuda**

La ayuda constará en gran parte de la explicación funcional del sistema, con el objetivo de que el usuario no solo tenga lo antes planteado, sino también pueda entender en qué consiste el mismo y tenga mayor información en caso de decidir posteriormente en su mantenimiento. En el anexo 4.23 se muestra el manual de ayuda del sistema.

### **3.3.4 Tratamiento de excepciones**

En el sistema propuesto se evitan, minimizan y tratan los posibles errores, con el fin de garantizar la integridad y confiabilidad de la información que en este se registra y muestra. En el sistema las posibilidades de introducir información errónea por parte del usuario son mínimas, pues, aunque en muchas ocasiones el usuario teclea datos y en otras selecciona elementos de la pantalla (información de poca variabilidad), se mantiene un nivel de validación de la información y en caso de errores se le comunica el error cometido a través de cuadros de alerta. Los mensajes de error que emite el sistema se muestran en un lenguaje de fácil comprensión para los usuarios.

### **3.3.5 Seguridad**

La aplicación garantiza un control estricto sobre la seguridad de la información, teniendo en cuenta el establecimiento de niveles de acceso. No se permite acceso sin autorización al sistema. (Ver anexo 4.22)

Se define una política de usuarios con privilegios de acuerdo a su rol, lo que asegura que la información pueda ser consultada de acuerdo a su nivel de acceso. (Ver anexo 4.4) La información almacenada es consistente y se utilizan validaciones que limitan la entrada de datos erróneos como fue descrito anteriormente. El sistema garantiza que la información esté disponible a los usuarios en todo momento siempre que no existan fallas de fuerza mayor.

### **3.3.6 Estándares de codificación**

Establecer un estándar de codificación a usar es necesario para una mayor comprensión del sistema internamente. En la presente investigación se llega al siguiente consenso:

Las variables, nombres de funciones, de procedimientos y objetos del sistema son cortos, claros y describen su propósito. Los nombres de las clases, los objetos, las *class* y los

*jFrame* se escriben con mayúscula, las clases comienzan con la letra C, los objetos tienen el mismo nombre de la clase, pero sin la C y los *jFrame* con jF. Las variables, las funciones y los procedimientos con minúsculas y cuando están compuestas por más de una palabra a partir de la segunda se comienza con mayúscula. La estructura de la programación es bastante alineada; en los ciclos y funciones se trabaja la sangría, siguiendo una linealidad para deducir con claridad cuales sentencias están contenidas entre cada `{}`. Los signos lógicos y de operación se separan por un espacio antes y después de los mismos. Gran parte del código se encuentra comentado de modo que no sea necesario revisarlo todo para entender lo que está programado.

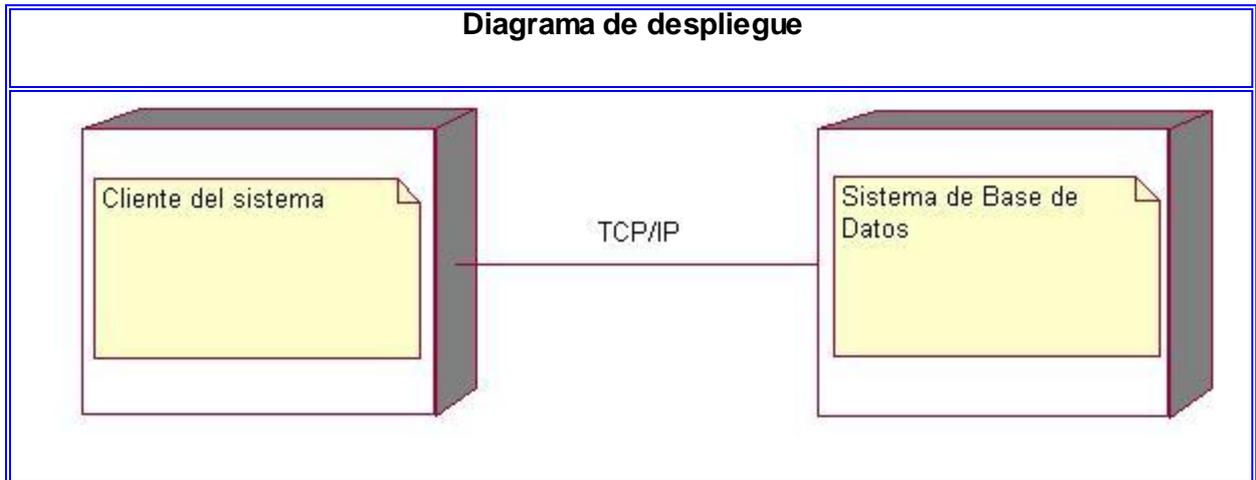
### **3.4 Modelo de implementación**

El modelo de implementación describe cómo los elementos del modelo del diseño se implementan en términos de componentes y cómo estos se organizan de acuerdo a los nodos específicos, en el modelo de despliegue. (Méndez, 2005)

#### **3.4.1 Modelo de despliegue**

El diagrama de despliegue es un tipo de diagrama de UML que se utiliza para modelar el hardware utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre sus componentes. (Méndez, 2005)

Los elementos usados por este tipo de diagrama son nodos (representados como un prisma), componentes (representados como una caja rectangular con dos protuberancias del lado izquierdo) y asociaciones. (Méndez, 2005) Además, muestra la distribución de los componentes de software desarrollados en el entorno donde será aplicada la solución. La siguiente figura muestra cómo será la conexión, por medio de los protocolos TCP/IP, entre el Servidor de Base de Datos PostgreSQL y la PC Cliente del usuario que interactúa con el sistema.



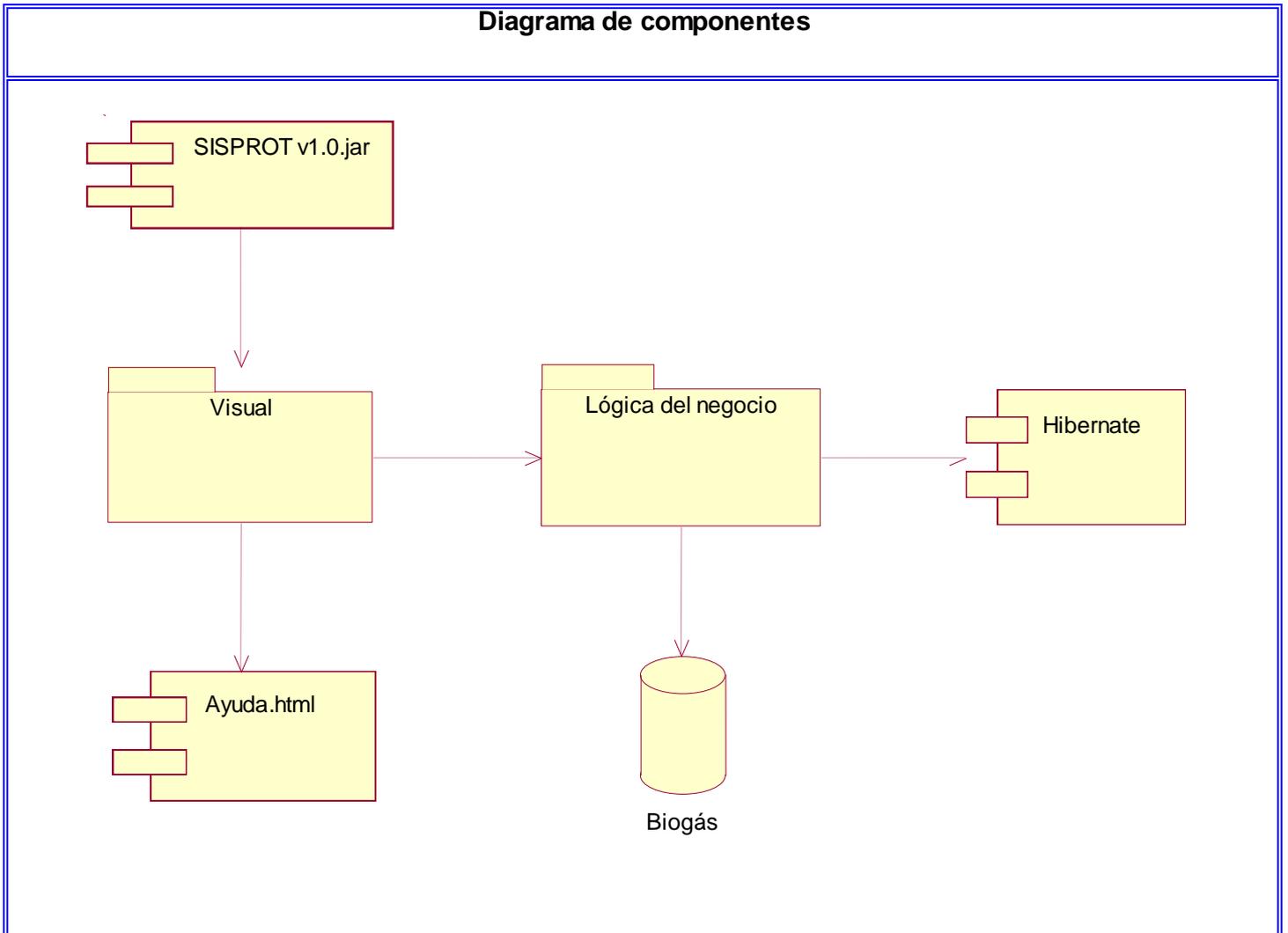
**Diagrama 17. Diagrama de despliegue.**

### 3.4.2 Diagrama de componentes

El diagrama de componentes muestra las relaciones de dependencia entre las partes modulares del sistema desarrollado, que encapsulan la implementación y proporcionan las interfaces necesarias para la utilización de sus funcionalidades. (Méndez, 2005)

Los diagramas de componentes se utilizan para modelar la vista de implementación estática de un sistema. Muestran tanto los componentes de software (código fuente, binario y ejecutable) como las relaciones lógicas entre ellos en un sistema. Y como todos los diagramas, también pueden contener paquetes o subsistemas utilizados para agrupar elementos del modelo. (Méndez, 2005)

## Diagrama de componentes



**Diagrama 18. Diagrama de componentes.**

### 3.4.3 Descripción del Diagrama de componentes

**SISPROT v1.0.jar:** Este componente representa al ejecutable de la aplicación.

**Visual:** Dentro de este subsistema se encuentran todas las clases que muestran una interfaz al usuario. Representa la capa de presentación de la aplicación.

**Lógica del negocio:** Este subsistema representa la capa de la lógica del negocio. Dentro de él se encuentran todas las clases del negocio, principalmente clases controladoras que actúan de intermediaria entre la capa de presentación al usuario y la capa de datos. Este subsistema se apoya en el marco de trabajo “Hibernate”.

**Hibernate:** Es una herramienta de mapeo objeto-relacional para la plataforma Java que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer estas relaciones. Uno de sus mayores atractivos lo

constituye el manejo de consultas y su trabajo con bases de datos. Este componente es usado desde el subsistema de Lógica de Negocio y es llamado principalmente desde las clases controladoras.

**Base Datos:** Representa el Sistema Gestor de Base de Datos donde se almacena toda la información. En este sistema se utilizó PostgreSQL para manipular toda esta información.

### 3.5 Conclusiones

En el actual capítulo se expusieron los resultados de la etapa de implementación del sistema. Se desarrolló el diagrama de despliegue, el diagrama de componente y el diseño de la base de datos. Además, se definieron una serie de políticas y estándares del diseño que se tuvieron en cuenta para la construcción de la aplicación, el tratamiento de los posibles errores, la concepción de la ayuda, la seguridad y la protección. Todo ello con el objetivo de lograr una herramienta automatizada de trabajo que cumpla con las expectativas del cliente.

## Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Los antecedentes teóricos y metodológicos identificados muestran la utilidad de una aplicación *desktop* como medio y herramienta de trabajo para contribuir a la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás. Además, permiten determinar el empleo de la metodología RUP y el lenguaje UML para realizar el diseño de la propuesta. Para su implementación, NetBeans IDE 6.8 y PostgreSQL 8.3, debido a las necesidades de los clientes y a que proporcionan al sistema en su interacción con el usuario un ambiente amigable y agradable.
- SISPROT v1.0 se diseñó partiendo de la descripción de los procesos del negocio y de la modelación de los casos de uso correspondientes, así como los requisitos funcionales y no funcionales definidos por el usuario.
- SISPROT v1.0 se implementó mediante el lenguaje multiplataforma Java y una arquitectura de la red cliente-servidor que posibilita acceder a la información desde cualquier máquina. Se logró una interfaz amigable con grandes facilidades de uso, así como la concepción de la ayuda que orienta a los usuarios acerca de las funcionalidades brindadas por la aplicación y cómo trabajar con éstas.

## **Recomendaciones**

Aún cuando los objetivos trazados al inicio de este trabajo han sido logrados, a lo largo del proceso de desarrollo, ha quedado claro que la propuesta es sólo la primera fase de un proyecto que puede ser mucho más ambicioso. Por tanto se trazan las siguientes recomendaciones:

1. Poner a prueba el sistema durante un período de tiempo significativo, para comprobar su desempeño.
2. Ampliar el marco de la aplicación y no dejarlo solamente en el empleo de vinazas.

**Bibliografía**

1. Álcalis. Definición y significados de álcalis. Disponible en <http://www.que-significa.com.ar/significado.php?termino=%E1lcalis> y consultado el 18/05/2011.
2. Arquitectura en tres capas. Disponible en [http://www.arquitecuras.com/3 capas](http://www.arquitecuras.com/3%20capas) y consultado el 10/04/2010 a las 3:54pm.
3. Barrera, E.; León, A.; y Romero, O. Recopilación bibliográfica de tecnologías existentes en Cuba y el Mundo para producir biogás.2006.
4. Barrera, E., Borroto, I., y Romero, O. La producción de biogás como alternativa energética en la granja “Remberto Abad Alemán”. 2007. (Informe o Documento interno).
5. Barreto, S. Estrategia para la inserción Industrial de la digestión anaerobia en el desarrollo regional. Tesis presentada en opción al grado de DrC. 2006.
6. Bentec Bioenergies SL. Introducción al mundo del biogás. Plantas de biogás BENTEC-BWE. Consultado el 18/01/2011 a las 3:24 pm en: <http://www.bacmac.com>.
7. Biogás | Textos Científicos. Consultado el 20/09/2010 en: <http://www.textoscientificos.com/biogas01.htm>.
8. Borroto Bermúdez, A y Col. 1999. Energización de comunidades rurales ambientalmente sostenible. Universidad de Cienfuegos. Ediciones LTDA Colombia. 108 p.
9. Campos Avella, J.C. La Eficiencia Energética en la Gestión Empresarial. Pág. 80, 1 999.
10. Chappell, D., & Kirk, S. (2006). De N-capas a .NET. Desarrollo de aplicaciones. Recuperado el 20/04/2010, de <http://www.microsoft.com/spanish/msdn/articulos/archivo/081102/voices/dncapas.asp>
11. CIPAV. Búsqueda de patentes. Proyecto para la utilización del biogás como reemplazo de combustible diesel en motores de combustión interna para la generación de energía eléctrica. 1997.
12. CNE. Alternativas Energéticas Nacionales. Energía (2): 3, 1992.
13. Comisión Nacional de Energía, Programa de Desarrollo de las Fuentes nacionales de energía. La Habana, Cuba, 1993.
14. Definición de herramienta. - Qué es, Significado y Concepto. Consultado en <http://www.definicion.de/herramienta> el 15/05/2011.
15. Doria, A. Energías Alternativas. Programa Con/Ciencia. CIC. Ed. Doria, A. Grafica. 2001.

16. Eclipse software. Guía Ubuntu. Consultado el 17/02/2011 en: [http://www.guia-ubuntu.org/indexeclipse\\_software.php.html](http://www.guia-ubuntu.org/indexeclipse_software.php.html)
17. Educación Tecnológica. Biogás. Consultado el 20/09/2010 en: <http://www.tecnologiaestefania.blogspot.com/>.
18. *Energy Center Wisconsin. Tyndale Farms anaerobic digestion. A biomass energy project*, 2002. Disponible en : <http://www.manureanaerobicdigestion.com>.
19. Ferreira, S. E.; Montenegro, O. A. 1987. Efeitos da aplicacao da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Boletín Técnico COPERSUCAR (Brasil) v.36, p.1-7.
20. Florean, R. y col. BIOGAS2005: Software para la evaluación técnica económica y financiera de digestores rurales. 2005.
21. Florencio, L. J. A. Field and G, 1997. *Lettinga. High-rate anaerobic treatment of alcoholic wastewaters*. Braz. J. Chem. Eng. vol. 14 no. 4 São Paulo Dec. 1997.
22. Galvéz, L. 2005. Etanol. Producción y tendencias de desarrollo. Conferencia Polo Científico del Oeste. La Habana, Cuba.
23. German Appropriate Technology Exchange [en línea] no. 112 (octubre 1999). Valencia, España. Disponible en: <http://www.phytoma.com/> [Consultado el 15/04/2010 12:30 PM].
24. Gloria, N.A. DA; Orlando Filho, J. 1983. Aplicacao da vinhaça como fertilizante. Boletín Técnico PLANALSUCAR (Brasil) v.5 no.1, p.5-38.
25. Grupo aqualimpia. Software. Consultado el 20/09/2010 en: [http://www.aqualimpia.com/software\\_Biodigestor.htm](http://www.aqualimpia.com/software_Biodigestor.htm).
26. Halty, Máximo. "Estrategias tecnológicas para países en desarrollo", Ciencia, Tecnología y Desarrollo, Bogotá, Julio-Septiembre, 1979.
27. Haug, R. T., Lebrun, J. T. y Tortorici, L. D. *Thermal pretreatment of sludge. A field demonstration. Journal Water Pollution Control Federation*. 55, 1, 23 - 34. 1983.
28. Hernández. C. A. Segundo FORUM Nacional de Energía: Biogás, Comisión Nacional de Energía (CNE). 1990.
29. Herramientas de desarrollo. Disponible en <http://www.tufuncion.com/patrocinar/herramientas-de-desarrollo.html> y consultado el 11/04/2011.
30. Hibernate. Disponible en <http://www.hibernate.org/Hibernate> y consultado el 17/02/2011.

31. Hwang, K., Shin, E. y Choi, H. A mechanical pretreatment of waste activated sludge for improvement of anaerobic digestion system. *Water Science and Technology*. 36, 12, 111 - 116. 1997.
32. IBATIS. Consultado el 17/02/2011 en: <http://www.myibatis.org/IBATIS.html>.
33. ICIDCA, 1988. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Manual de los Derivados de la Industria Azucarera. Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba. Serie Diversificación.
34. ICIDCA. 2000. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Manual de los Derivados de la Industria Azucarera. Editorial Científico Técnica, La Habana, Cuba.
35. Jacobson, I. (2000). *El Proceso Unificado de Desarrollo de software*. La Habana: Félix Varela.
36. Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (2006). *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. La Habana: Editorial Félix Varela.
37. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN. *El Mundo Informático*. Consultado el 31/01/2011 en: <http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>
38. León Mursuli, A., Barreras Cardoso, E. y Romero Romero, O. Recopilación bibliográfica de tecnologías existentes en Cuba y el Mundo para producir biogás. 2006.
39. León, G. S. Y. CONSTRUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIODIGESTORES EN COMUNIDADES RURALES DE NICARAGUA. (CIPRES). 2003.
40. Letelier Torres, Patricio (2004). "Desarrollo de Software Orientado a Objeto usando UML". Disponible en <http://www.creangel.com/uml/intro.php> y consultado el 15/04/2010 a las 2:30 pm.
41. Lezcano, Pedro y M. Mora, Luis. LAS VINAZAS DE DESTILERÍA DE ALCOHOL. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL O TRATAMIENTO PARA EVITARLO. Plezcano@ica.co.cu y Imora@.co.cu. Instituto de Ciencia Animal, apdo.24. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 2005
42. Levis, A. X Taller Nacional de Biogás con participación extranjera. Diseño y Construcción del Sistema Biogás Nord en el Central Enrique José Varona. 2006.
43. López, L., Romero O. Diagnóstico y perspectiva para la producción de biogás con fines energéticos en la provincia de Sancti Spíritus. 2006.

44. López T, M. "Procedimiento de pretratamiento para mejorar la digestión anaerobia de residuos sólidos". Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. 2000.
45. López Varela, A., Cisnero Reyna, Y. y Macías Socarrás, I. Consideraciones sobre la utilización del biogás. Metodología para la construcción de una pequeña planta de Biogás. 1999.
46. Lugones L, B. Análisis de biodigestores. Revista Energía y Tú, No 22; abril- junio 2003; P 12-15.
47. Mähner P and Bernd Linke. Biogas production from energy crops in Germany. X Taller Nacional CON PARTICIPACION EXTRANJERA: "ACTUALIZACION Y PERSPECTIVA PARA LA PRODUCCION DE BIOGAS EN CUBA". SANCTI SPIRITUS 2006.
48. María Contreras, Luz. Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico. Publicado en Revista Futuros No. 16, 2006 Vol. IV. Consultado en: <http://www.revistafuturos.info>, el 16/04/2010 2:00 PM.
49. Méndez, C. L. (2005). Sistema de Promoción y Gestión Comercial para la Oficina de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Cienfuegos / --Trabajo de Diploma, CUJAE. (UH)
50. Meneses, R. E., Meneses, R. E., Pérez, M. D. "Establecimiento y evaluación de indicadores de desarrollo sostenible en la electroenergética cubana". Conferencia Internacional "Ética y Cultura del Desarrollo: Construyendo una economía Sostenible". 1998.
51. Microsoft SQL Server. Consultado el 17/02/2011 en <http://www.microsoft.com/spain/sql/default.msp>.
52. Montalvo. S., Guerrero. L., Tratamiento anaerobio de residuos. Producción de biogás. 2003.
53. *National Academy of Sciences (NAS), Methane generation from human, animals and agricultural wastes. report of an Ad Hoc panel of the advisory Comitee on technology innovation. Board on Sciencie and technology for internacional development Commission on Internacional. Relations national rescarch. Council. Waschintong DC, 2005.* Disponible en: <http://res2.agr.ca/initiatives/manurenet/download/methane-generation-1997.p>
54. NetBeans. Disponible en <http://netbeans.org/community/releases/roadmap.html> y consultado el 23/04/2010.

55. NetBeans. Guía Ubuntu. Consultado el 17/02/2011 en: <http://www.guia-ubuntu.org/indexnetbeans.php.html>
56. Obaya, M.C. et al. Tratamiento combinado de las vinazas de destilería y residuales azucareros en reactores UASB. Revista Tecnología del agua. Nro. 249, junio 2004. Pág. 78-85.
57. Oracle. Consultado el 17/02/2011 en <http://www.oracle.com/global/es/index.html>.
58. Orlando Filho, J. 1991. Manejo de suelos y uso de fertilizantes para la caña de azúcar en Brasil. Boletín GEPLACEA, v.8 no.3, p.1-6.
59. Peláez, J. (29 de mayo de 2009). Arquitectura basada en capas. Extraído el 18/04/2010 de <http://geeks.ms/blogs/jkpelaez/archive/2009/05/29/arquitectura-basada-en-capas.aspx>.
60. Pinnekamp, J. Effects of thermal pretreatment of sewage sludge on anaerobic digestion. Water Science and Technology, 21, 97-108. 1989.
61. Porque Java es especial. Crea tus propios videojuegos. Consultado el 17/02/2011 en: <http://www.simplej.com/PorqueJavaesEspecialCreaTusPropiosVideojuegos.html>
62. PostgreSQL. Consultado el 17/02/2011 en [http://www.theserverside.com/discussions/thread.tss?thread\\_id=21385#95297](http://www.theserverside.com/discussions/thread.tss?thread_id=21385#95297).
63. Pressman, Roger (2002). Ingeniería del Software, un enfoque práctico, *Mc-Graw Hill*.
64. Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico. Consultado el 10/1/2011 en: [http://www.revistafuturos.info/futuros16/prod\\_biogas.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros16/prod_biogas.htm).
65. Propuestas. Significado de propuestas. Diccionario. Consultado el 17/02/2011 en : <http://www.thefreedictionary.com/propuestas.htm>
66. ¿Qué es Java y por qué lo necesito? Consultado el 17/02/2011 en: [http://www.java.com/es/download/help/whatis\\_java.xml.html](http://www.java.com/es/download/help/whatis_java.xml.html).
67. Rational Rose. Consultado en <http://www.searchcio-midmarket.techtarget.com/definition/Rational-Rose> el 19/05/2011.
68. Red Solar. Programa Desarrollo de las fuentes nacionales de energía. 2004. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/bibliotecaprogramabiogas.htm>
69. Rothberg, D. (15 de Noviembre de 2006). *10 Programming Languages You Should Learn Right Now*. Recuperado el 21/04/2010, de <http://www.eweek.com/c/a/IT-Management/10-Programming-Languages-You-Should-Learn-Right-Now/> a las 10:00 am.

70. Rumbaugh, J., Booch, G., & Jacobson, I. (2006). *El proceso unificado de desarrollo de software*. La Habana: Félix Varela.
71. Savran V. Una solución energético – ambiental para reducción de contaminantes agropecuarios, como contribución al manejo integrado de la cuenca Zaza. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Gestión Ambiental y Protección de los Recursos Naturales. Universidad Camilo Cienfuegos. Matanzas. 2005.
72. Schildt, H. (2005). *Java™; A Beginner's Guide*. New York: McGraw-Hill.
73. Selección de tecnología. Consultado el 10/01/2011 en: <http://www.contacto-i.org/site/index.php.html>
74. Sommerville, Ian (2006). *Software Engineering, 8th ed.* [ISBN 0-321-31379-8](#). (en inglés)
75. Turzo, E., J. Gutiérrez., Ana More., M. Ortega y Ana Sanz. Estudio del tiempo de retención (T.R.) y de sinergia de deyecciones de ganado, en el proceso de fermentación anaerobia. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1984. pp. 6-47.
76. Turrini, Enrico. El camino del Sol. Editorial CUBASOLAR. 2006.
77. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). FORMULACIÓN DE UN PROGRAMA BÁSICO DE NORMALIZACIÓN PARA APLICACIONES DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y DIFUSIÓN. Documento ANC-0603-19-01. GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS. Versión 01. [Unión Temporal ICONTEC – AENE](#). Bogotá, D.C., Marzo de 2003
78. Valdés, E. y Obaya, Cristina 1997. Caracterización y usos de mostos de la industria alcoholera. 47 Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba., Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba. Resúmenes.
79. Ying-Chih, Ch., Cheng-Nam, Ch., Jih-Gaw, L. y Shwu-Jiuan, H. Alkaline and ultrasonic pretreatment of sludge before anaerobic digestion. *Water Science and Technology*, 36, 11, 155 - 162. 1997.
80. Zamora, E. Metodología para el diseño de un biodigestor. 2001.
81. 8 lenguajes de programación que deberías aprender | TuFuncion. Consultado el 15/02/2011 en: <http://www.tufuncion.com/patrocinar/diferentes-lenguajes-programacion.htm>.

Anexos

Anexo 1: Diagrama de actividad.

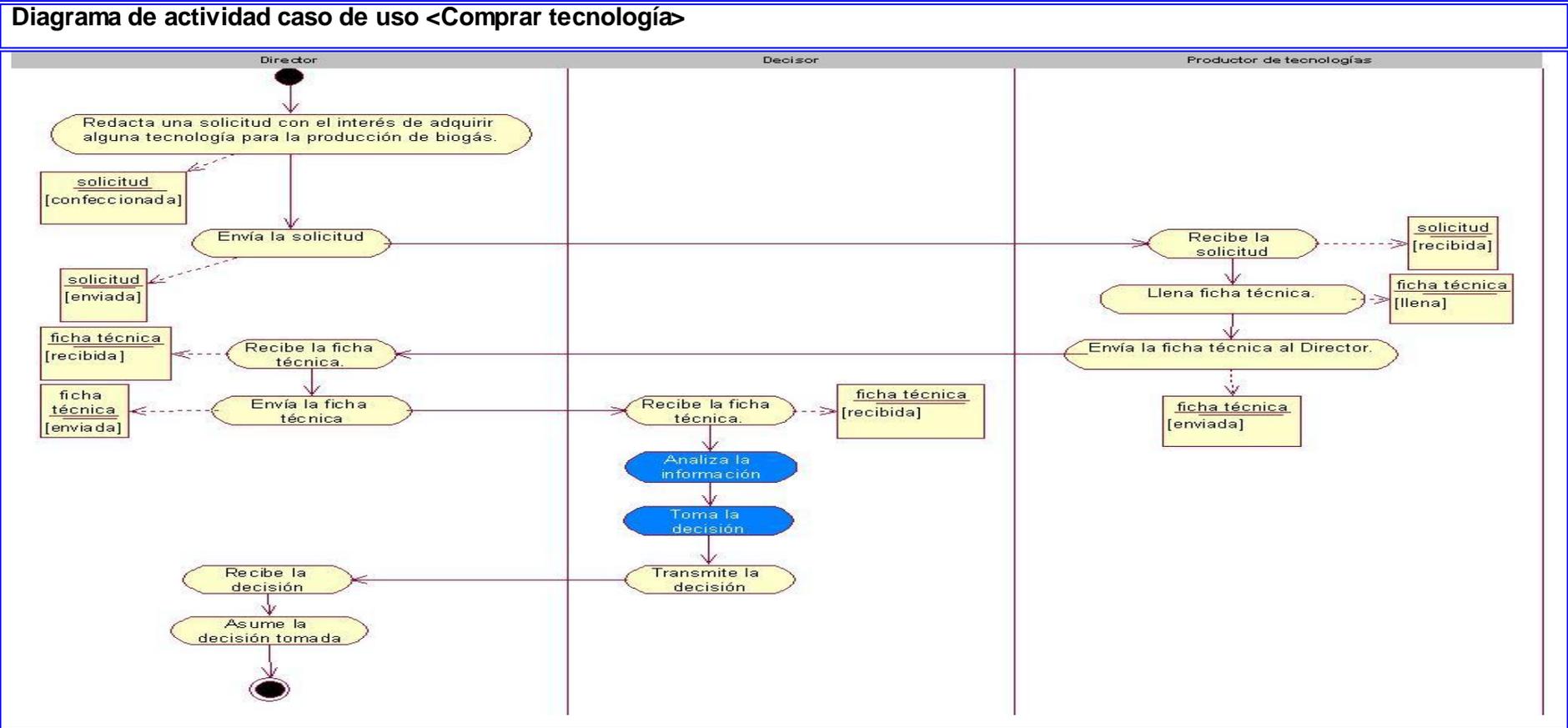


Diagrama 19. Diagrama de actividad caso de uso <Comprar tecnología>.

Anexo 2: Diagramas de clases del diseño.

Diagrama de clases del diseño caso de uso <Gestionar propuestas tecnológicas>

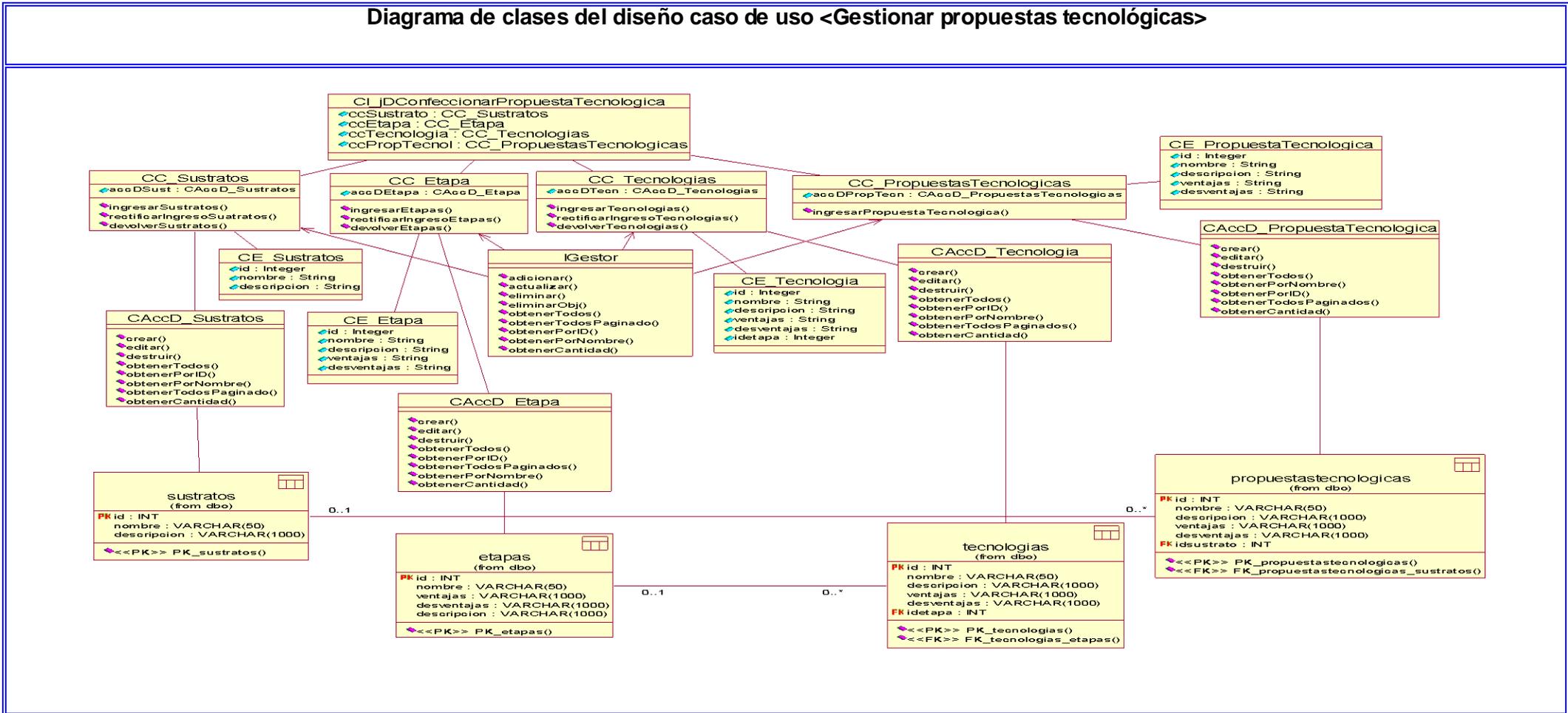


Diagrama 20. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar propuestas tecnológicas>

Diagrama de clases del diseño Caso de uso < Determinar parámetros técnicos y de operación >

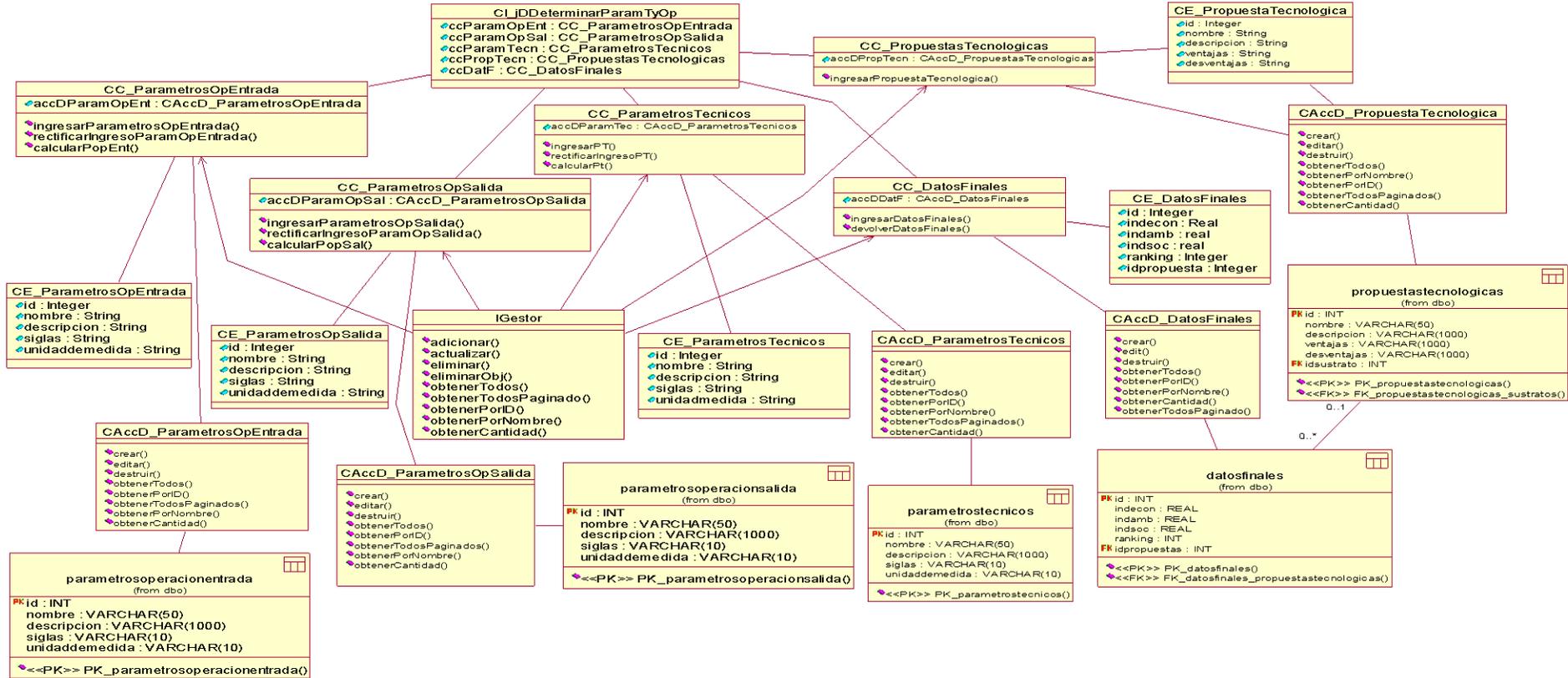


Diagrama 21. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Gestionar propuestas tecnológicas >.

Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes>

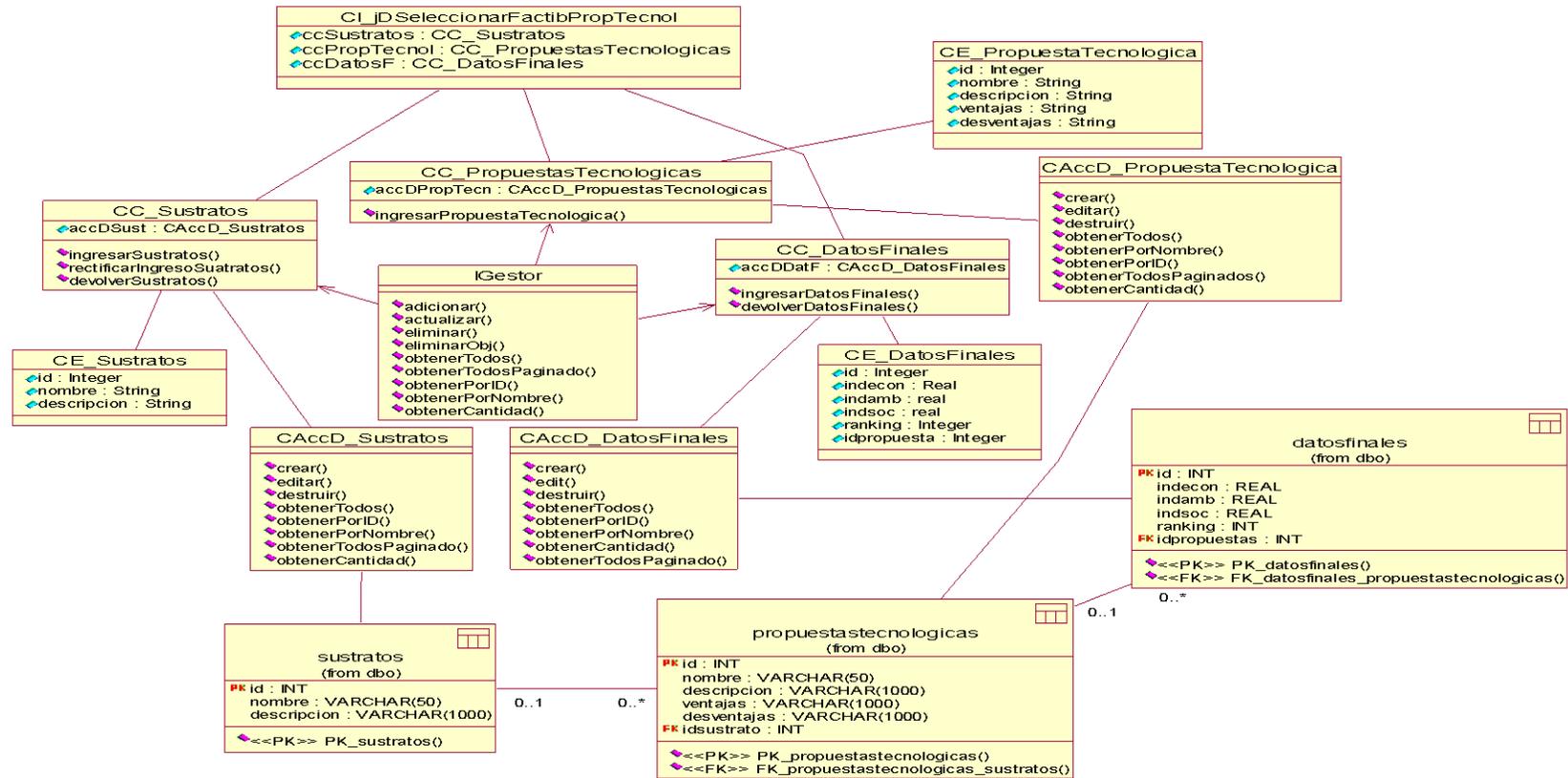


Diagrama 22. Diagrama de clases del diseño Caso de uso <Seleccionar factibilidad de las propuestas existentes>.

Anexo 3: Modelo de datos

Modelo de datos

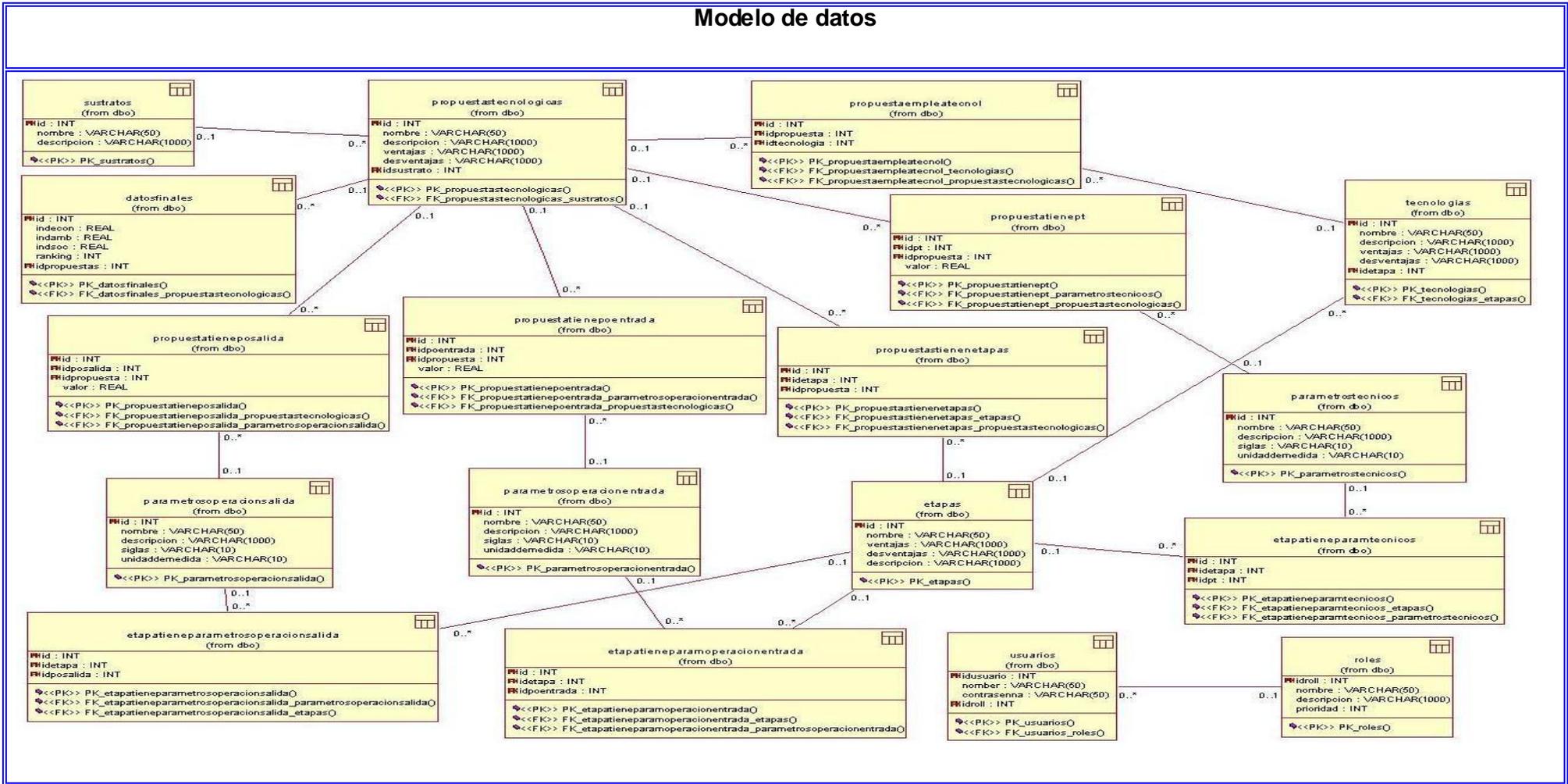


Diagrama 23. Diagrama de modelo de datos.

## Anexo 4: Prototipos del sistema



Anexo 4.1. Ventana principal.



Anexo 4.2 Ventana principal y el acceso de usuarios.



Anexo 4.3 Ventana para la sesión del administrador.



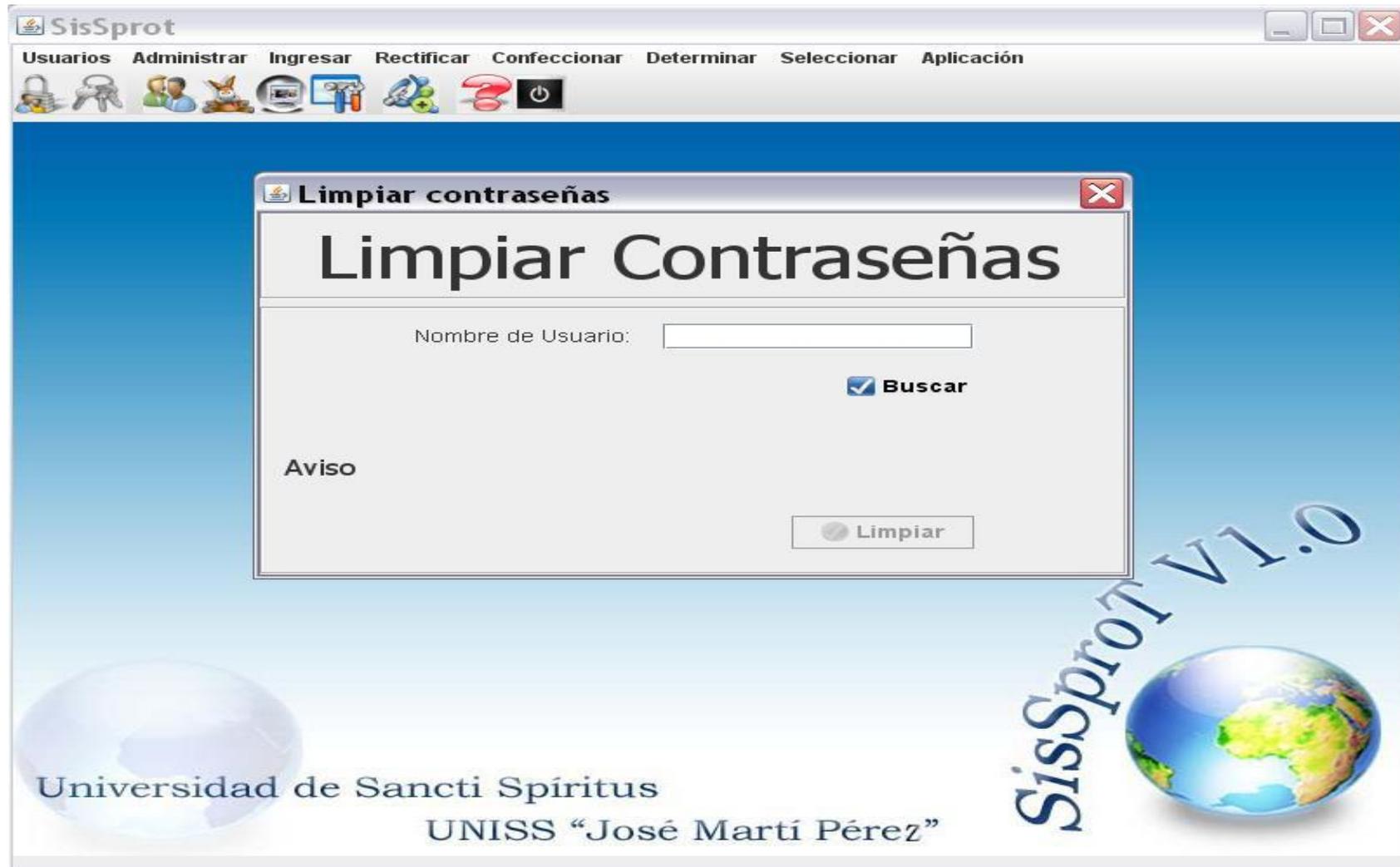
Anexo 4.4 Ventana para el ingreso de usuarios al sistema.



Anexo 4.5 Ventana para la rectificación de contraseñas de los usuarios.



Anexo 4.6 Ventana para el ingreso de roles al sistema.



Anexo 4.7 Ventana para limpiar las contraseñas de los usuarios en el sistema.



Anexo 4.8 Ventana para la sesión del especialista.



Anexo 4.9 Ventana para el ingreso de los sustratos al sistema.

**SisSprot**

Usuarios Ingresar Rectificar Confeccionar Determinar Seleccionar Aplicación

**Ingresar etapas**

**Etapas Ingresar**

**Nombre**

**Descripción**

**Ventajas**

**Desventajas**

Ingresar  Cancelar  Rectificar Ingreso

Anexo 4.10 Ventana para el ingreso de las etapas tecnológicas al sistema.

The image shows a screenshot of a software application window titled "SisSprot". The window has a menu bar with the following items: "Usuarios", "Ingresar", "Rectificar", "Confeccionar", "Determinar", "Seleccionar", and "Aplicación". Below the menu bar is a toolbar with several icons representing different functions. The main content area of the window is a dialog box titled "Ingresar tecnologías". The dialog box has a header with the text "Tecnologías Ingresar" and an image of a hand holding a folder, a laptop, and a mobile phone. The dialog box contains the following fields and controls:

- Etapas:** A dropdown menu.
- Nombre:** A text input field.
- Descripción:** A large text area with a vertical scrollbar.
- Ventajas:** A text area with a vertical scrollbar.
- Desventajas:** A text area with a vertical scrollbar.
- Buttons:** "Ingresar" (with a green checkmark icon), "Cancelar" (with a red X icon), and "Rectificar Ingreso" (with a blue checkmark icon).

The background of the dialog box features a blue gradient with a globe and the text "Univers" and "1.0".

Anexo 4.11 Ventana para el ingreso de las tecnologías al sistema.

SisSprot

Usuarios Ingresar Rectificar Confeccionar Determinar Seleccionar Aplicación

**Ingreso de parámetros de operación**

**Parámetros de Operación**

Nombre:

Descripción:

Siglas:

Unidad de medida:

Tipo:

Universidad de Sancti Spiritus  
UNISS "José Martí Pérez"

SisSprot V1.0

Anexo 4.12 Ventana para el ingreso de los parámetros de operación al sistema.

SisSprot

Usuarios Ingresar Rectificar Confeccionar Determinar Seleccionar Aplicación

**Ingreso de parámetros técnicos**

## Parámetros Técnicos

Nombre:

Descripción:

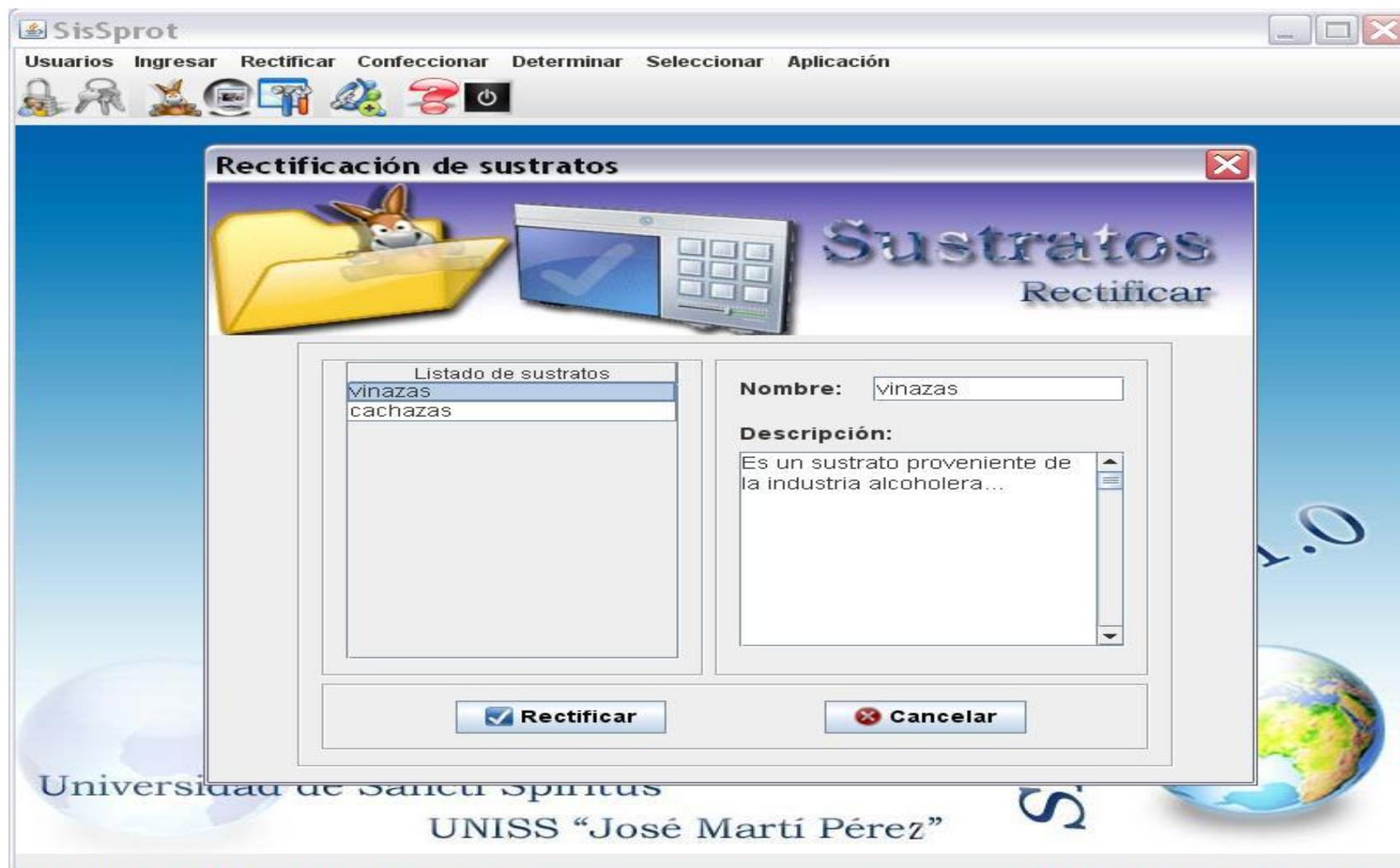
Siglas:

Unidad de Medida:

Etapa:

Universidad de Sancti Spiritus  
UNISS "José Martí Pérez"

Anexo 4.13 Ventana para el ingreso de los parámetros técnicos al sistema.



Anexo 4.14 Ventana para la rectificación de los ingresos de los sustratos.



Anexo 4.15 Ventana para la rectificación de los ingresos de las etapas tecnológicas.

SisSprot

Usuarios Ingresar Rectificar Confeccionar Determinar Seleccionar Aplicación

### Rectificación de tecnologías



**Nombres**

Tecnologías	Etapas
XCVXCV	Pretratamiento

**Nombre:** XCVXCV

**Eta:** Pretratamiento

**Descripción:** XCVXCV

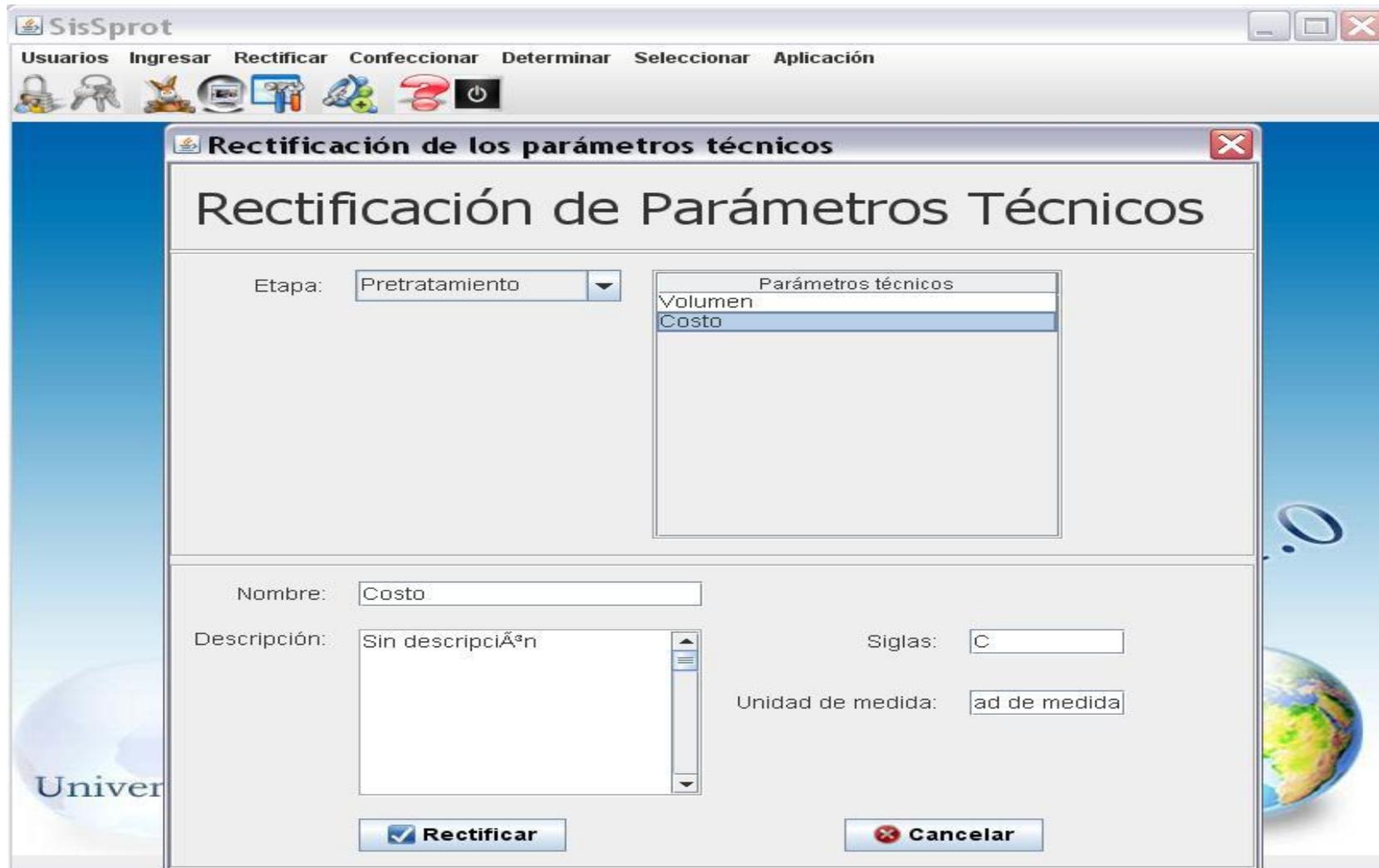
**Ventajas:** XCVXCVXCV

**Desventajas:** Sin desventajas

Rectificar  Cancelar

UNISS JOSÉ MARÍA PÉREZ

Anexo 4.16 Ventana para la rectificación de los ingresos de las tecnologías.



Anexo 4.17 Ventana para la rectificación de los ingresos de los parámetros técnicos.

The screenshot shows the 'SisSprot' application window with a menu bar containing 'Usuarios', 'Ingresar', 'Rectificar', 'Confeccionar', 'Determinar', 'Seleccionar', and 'Aplicación'. Below the menu is a toolbar with various icons. The main window is titled 'Rectificación de los parámetros de operación' and contains the following elements:

- Form Fields:**
  - Tipo: Entrada (dropdown menu)
  - Nombre: Demanda Quimica de Oxigeno (text input)
  - Descripción: Sin descripción (text area)
  - Siglas: DQO (text input)
  - Unidad de Medida: sin unidad de medida (text input)
  - Tipo: Entrada (dropdown menu)
- List Box:** A list titled 'Parámetros de Operación' containing 'Demanda Quimica de Oxigeno' (selected) and 'Acidez'.
- Buttons:** 'Rectificar' (checked) and 'Cancelar'.

UNISS "José Martí Pérez"

Anexo 4.18 Ventana para la rectificación de los ingresos de los parámetros de operación.



Anexo 4.19 Ventana para la creación de las propuestas tecnológicas.

SisSprot

Usuarios Ingresar Rectificar Confeccionar Determinar Seleccionar Aplicación

🔑 🗝️ 🐰 🖥️ 🛠️ 🧪 🧠 ⏻

📄 **Cálculo de los datos de operación** ❌

# Cálculo de los Datos de Operación

Propuestas

Datos/Entrados - Pretratamiento

DQO:

pH:

T:

S.S:

S.T:

Q:

Flujo:

 **Calcular**

- S/Pretratamiento
- E/D. Anaerobia
- S/D. Anaerobia
- E/Purificación
- S/Purificación
- E/Almacenamiento
- S/Almacenamiento
- E/Gen. Eléctrica
- S/Gen. Eléctrica
- Parámetros Técnicos
- Legenda 1
- Legenda 2

## Pretratamiento

DQO:  S.S:

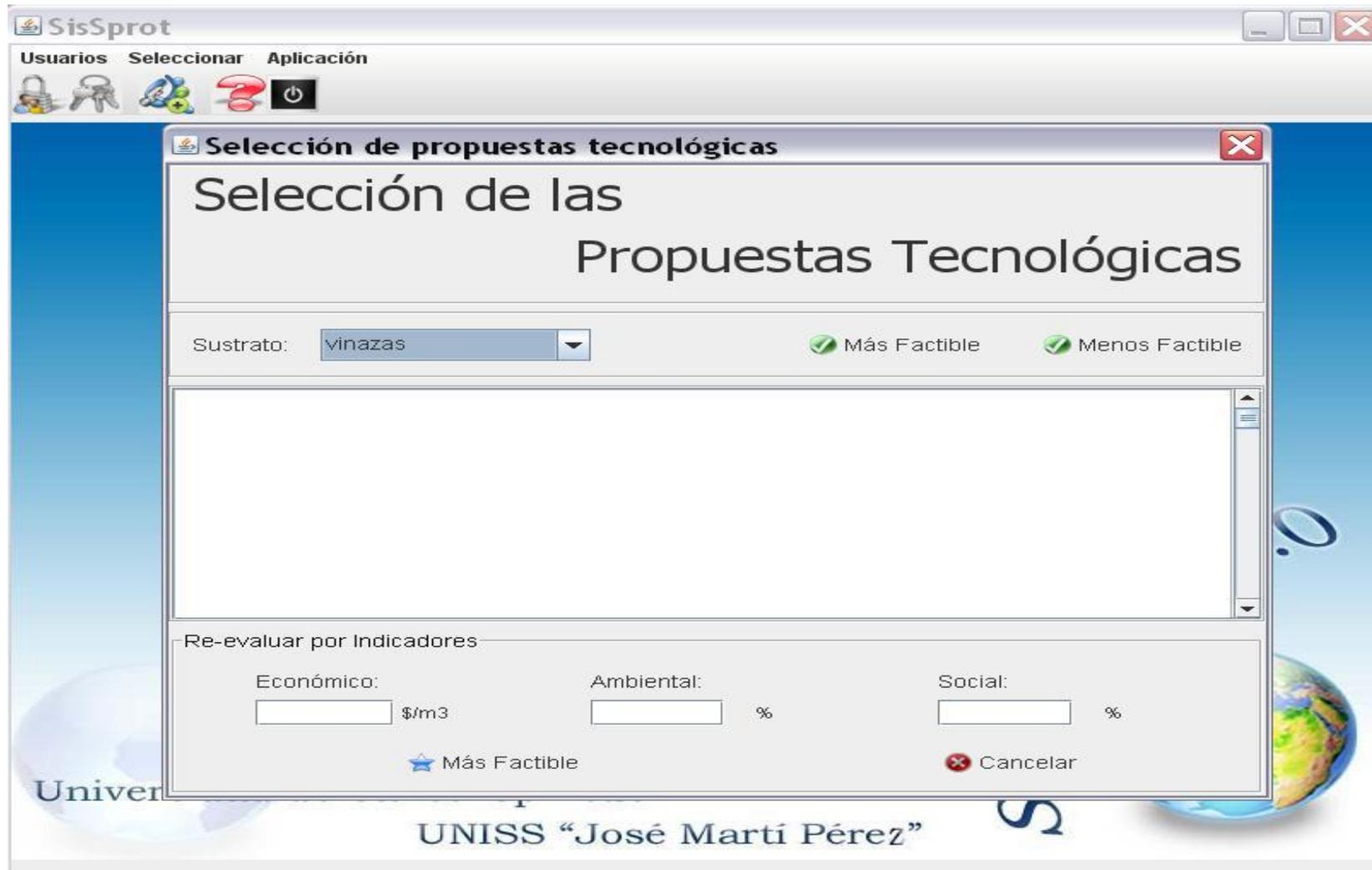
pH:  S.T:

T:  Q:

Anexo 4.20 Ventana para determinar los parámetros técnicos y de operación de la propuesta de seada.



Anexo 4.21 Ventana para la sesión del decisor.



Anexo 4.22 Ventana para determinar la factibilidad de las propuestas existentes.

## Guía para trabajar con la aplicación SisSprotT

Version: 1.0  
Copyright © 2010-2011 Edelkis Hernández Hernández.

### Tabla de contenidos

1. [Introducción](#)
2. [Ventana Principal](#)
  - 2.1. [Menú Usuarios](#)
  - 2.2. [Menú Aplicación](#)
3. [Sesiones](#)
  - 3.1. [Sesión del administrador](#)
  - 3.2. [Sesión del especialista](#)
  - 3.3. [Sesión del Decisor](#)

## Capítulo 1. Introducción

### [Inicio](#)

Software para facilitar la selección de propuestas tecnológicas para la producción de biogás con fines energéticos a partir del empleo de vinazas.