

# Prototipo funcional del módulo para educación a distancia del Sistema de Gestión de la Nueva Universidad

## *Functional prototype of the module for distance education of the New University Management System*

Claudia Aguilar Rajme<sup>1</sup>, Gabriel Alberto Pérez Guerra<sup>2</sup>, Neili Machado García<sup>3</sup>, Gleidys Pérez Díaz<sup>4</sup>

Ingeniera Informática, Profesora Departamento de Informática, Facultad Ciencias Técnicas

Ingeniero Informático, Especialista B en Informática, Departamento de Informatización

Doctora en Ciencias, Directora de Informatización de la Universidad Agraria de la Habana.

Ingeniero Informático, Especialista B en Informática, Departamento de Informatización.

Universidad Agraria de la Habana: Fructuoso Rodríguez Pérez, Cuba, Carretera Tapaste, Km 23 ½ Autopista Nacional. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Autores para correspondencia: claudiaar@unah.edu.cu, gabrielpg@unah.edu.cu, neili@unah.edu.cu, gpdiaz@unah.edu.cu

### Resumen

El sistema informático que se utiliza actualmente para la gestión de los procesos relacionados con la matrícula en la Educación Superior en Cuba, es el Sistema de Gestión de la Nueva Universidad (SIGENU). Este sistema posibilita la gestión de los datos de los estudiantes en secretaría del Curso Regular Diurno (CRD) y Curso por Encuentros (CPE), pero no cuenta con un módulo que se adapte a las necesidades y características de la Educación a Distancia (EaD). Del análisis de la aplicación que se utiliza actualmente (SIGENU) se puede concluir que no es compatible con los procesos que se necesitan modelar en la EaD. La presente investigación tiene como objetivo la realización de un prototipo funcional que se integrará con el SIGENU. Brindará las funcionalidades necesarias para la gestión de los procesos de la secretaría docente en la modalidad de EaD en la Educación Superior cubana, proceso que actualmente no se encuentra informatizado. Con la puesta en práctica de este módulo, se podrá realizar un seguimiento de los estudiantes desde que matriculan en la universidad hasta que culminan sus estudios. Para el desarrollo de la

investigación se utilizó el método empírico, a partir de la recopilación de información por medio de entrevistas a las personas que trabajan en el proceso objeto de estudio; y la experimentación con el SIGENU. También estuvo presente el método analítico y el de modelado, ya que a partir del análisis de los diferentes componentes del proceso se pudo modelar un diseño para la solución propuesta.

**Palabras Claves:** Educación a Distancia, SIGENU, Sistema de Gestión

## **Abstract**

The computer system that is currently used for the management of processes related to enrollment in Higher Education in Cuba, is the Management System of the New University (SIGENU). This system enables the management of student data in the secretariat of the Regular Course for the Day (CRD) and the Course for Encounters (CPE), so it does not have a module that adapts to the needs and characteristics of Distance Education (EaD). From the analysis of the application that is currently used (SIGENU) it can be concluded that it is not compatible with the processes that need to be modeled in the EaD. The present investigation has as objective the realization of a functional prototype that will be integrated with the SIGENU. It will provide the necessary functionalities for the management of the processes of the teaching secretary in the modality of EaD in Cuban higher education, a process that is not currently computerized. With the implementation of this module, it will be possible to monitor the students from the moment they enroll in the university until they complete their studies. For the development of the research, the empirical method was used, based on the collection of information through interviews with people who work in the process under study; and experimentation with SIGENU. The analytical and modeling methods were also present, since from the analysis of the different components of the process a design for the proposed solution could be modeled.

**Keywords:** Distance Education, SIGENU, Management System

Recibido: 12 de noviembre de 2020

Aprobado: 23 de noviembre de 2020

## Introducción

La educación a distancia surge con el objetivo de hacer llegar la educación a todo aquel que la necesita. Esta modalidad de estudios ha exigido siempre la existencia de un elemento mediador entre el docente (profesor) y el discente (estudiante). Generalmente, este mediador ha sido una tecnología, que ha ido variando en cada momento (Morer, 2002).

En un inicio el mediador entre profesores y estudiantes era el correo postal, pero con el paso del tiempo se han ido adoptando nuevos avances tecnológicos que permiten una comunicación fluida entre ambas partes. Debido al gran auge de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se puede plantear que, en algunos casos, la educación a distancia constituye una alternativa a la educación convencional. Con el desarrollo actual de las tecnologías se amplía el espectro de posibilidades para los estudiantes, ya que tienen acceso a un mayor número de cursos en los que pueden matricular. Además no están limitados a las especialidades que se ofertan en su lugar de residencia, sino que pueden optar por las que sean afines a sus intereses sin importar que no se encuentren en su territorio.

Cuba comenzó con programas de educación a distancia en el curso 1979-80, época de auge a nivel internacional. Para esto se crea la Red de Centros, que liderada por la Facultad de Educación a Distancia de la Universidad de La Habana (FED-UH), como centro rector, diera cobertura a todo el territorio nacional. La misión de esta facultad era brindar la posibilidad de cursar estudios superiores y de recalificación a todos los interesados, que no puedan acceder a la educación superior por las vías tradicionales, contribuyendo así a la formación de recursos humanos que demanda el desarrollo social. Posteriormente algunas de las universidades del país se fueron sumando a esta nueva modalidad de educación (Seuret & Justiniani, 2006).

Jorge Pérez Bello Secretario General de la Universidad Agraria de La Habana, en comunicación personal el 19 de noviembre de 2018, explica que hace cuatro años se trabaja en un nuevo modelo de Educación a Distancia. La principal diferencia de este con el modelo antiguo es que está mediado por el uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). La

## Introduction

Distance education arises with the aim of bringing education to everyone who needs it. This type of study has always required the existence of a mediator between the teacher (teacher) and the student (student). Generally, this mediator has been a technology, which has varied from time to time (Morer, 2002).

Initially, the mediator between teachers and students was the postal service, but over time new technological advances have been adopted that allow fluid communication between both parties. Due to the great boom in Information and Communication Technologies (ICT), it can be argued that, in some cases, distance education constitutes an alternative to conventional education. With the current development of technologies, the spectrum of possibilities for students is broadened, since they have access to a greater number of courses in which they can enroll. In addition, they are not limited to the specialties that are offered in their place of residence, but they can choose those that are related to their interests regardless of whether they are not in their territory.

Cuba began with distance education programs in the 1979-80 academic year, a time of international boom. For this, the Network of Centers was created, which, led by the Faculty of Distance Education of the University of Havana (FED-UH), as the governing center, would cover the entire national territory. The mission of this faculty was to offer the possibility of pursuing higher education and requalification to all those interested, who cannot access higher education through traditional channels, thus contributing to the training of human resources that social development demands. Later, some of the country's universities joined this new form of education (Seuret & Justiniani, 2006).

Jorge Pérez Bello Secretary General of the Agrarian University of Havana, in personal communication on November 19, 2018, explains that four years ago they have been working on a new model of Distance Education. The main difference between this and the old model is that it is mediated by the use of Information and Communication Technologies (ICTs). The Agrarian University of Havana

Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" contó inicialmente en la modalidad de Educación a Distancia, con las carreras de Licenciatura en Contabilidad, de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, y la carrera de Licenciatura en Derecho, de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas; las cuales se rigen por el antiguo modelo. Desde el curso escolar 2016-2017 la Facultad de Ciencias Técnicas cuenta con la carrera de Ingeniería en Procesos Agroindustriales, primera carrera en Educación a Distancia de perfil ingenieril en Cuba, la cual está concebida bajo el nuevo modelo.

El sistema informático que se utiliza actualmente para la gestión de los procesos relacionados con la matrícula a la Educación Superior en Cuba, es el Sistema de Gestión de la Nueva Universidad (SIGENU). Este software surge en la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), para dar solución a la necesidad de informatizar los procesos propios de las secretarías docentes en todo el país. El SIGENU fue concebido para las modalidades Curso Regular Diurno (CRD) y Curso por Encuentros (CPE), por lo que no cuenta con un módulo que se adapte a las necesidades y características de la Educación a Distancia, entre las que se encuentra que no existen grupos, ni años académicos, ni los reajustes curriculares, por mencionar algunas. Por esta razón las secretarías docentes deben llevar toda la información del progreso de los estudiantes a lo largo de la carrera de forma manual, ya que el sistema solo se puede utilizar para tener la información de matrícula a la Educación Superior del estudiante, que es igual para todas las modalidades. Esto dificulta y ralentiza el flujo de información, que es de vital importancia tanto para estudiantes como para la dirección del centro, además de propiciar la ocurrencia de errores en el manejo de los datos. Para erradicar estas deficiencias es necesario incorporar al SIGENU las funcionalidades que permitan la gestión de los datos relacionados con la Educación a Distancia, lo cual se logra desarrollando un nuevo módulo de este sistema.

Actualmente se está trabajando en un nuevo modelo de Educación a Distancia para la Educación Superior Cubana, para lo cual se hace necesario disponer de un sistema que permita y a la vez facilite el manejo de la información referente al mismo.

"Fructuoso Rodríguez Pérez" initially counted in the modality of Distance Education, with the Bachelor's degrees in Accounting, from the Faculty of Economic and Business Sciences, and the Bachelor's Degree in Law, from the Faculty of Social and Humanistic Sciences; which are governed by the old model. Since the 2016-2017 school year, the Faculty of Technical Sciences has a degree in Engineering in Agroindustrial Processes, the first career in Distance Education of an engineering profile in Cuba, which is conceived under the new model.

The computer system that is currently used for the management of processes related to enrollment in Higher Education in Cuba is the New University Management System (SIGENU). This software arises in the Technological University of Havana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), to solve the need to computerize the processes of the teaching secretariats throughout the country. SIGENU was conceived for the Regular Day Course (CRD) and Course by Encounters (CPE) modalities, so it does not have a module that adapts to the needs and characteristics of Distance Education, among which it is not there are groups, no academic years, or curricular readjustments, to name a few. For this reason, the teaching secretaries must bring all the information on the progress of the students throughout the career manually, since the system can only be used to have the enrollment information for the student's Higher Education, which is the same for all modalities. This hinders and slows down the flow of information, which is of vital importance for both students and the management of the center, in addition to promoting the occurrence of errors in data handling. To eradicate these deficiencies, it is necessary to incorporate into SIGENU the functionalities that allow the management of data related to Distance Education, which is achieved by developing a new module of this system.

Currently, work is being done on a new model of Distance Education for Cuban Higher Education, for which it is necessary to have a system that allows and at the same time facilitates the management of information related to it.

Con el desarrollo del presente trabajo se obtendrá un prototipo funcional de un módulo para el SIGENU, que permita la gestión de la información referente a los procesos de secretaría docente en la modalidad de EaD, para la Educación Superior Cubana. Dará la posibilidad a las secretarías docentes de llevar el ciclo de vida de un estudiante desde su ingreso, pasando por las diferentes etapas de la carrera, hasta su promoción o incluso su baja, destacándose la posibilidad de manejar sus matrículas responsables, así como las notas de cada una de las asignaturas por las que transita.

## Desarrollo

### Fundamentos Teóricos

#### flujo Actual de los Procesos

Al comenzar el proceso de matrícula, que es común la Educación Superior se para todas las modalidades, CRD, CPE o EaD el estudiante proporciona los datos referentes a la información personal y procedencia escolar, que se introducen en el SIGENU y queda matriculado en una carrera. Al terminar este proceso la persona se encuentra registrado en el sistema y una vez cerrada la misma pasa a ser matrícula oficial de la carrera, y es el propio estudiante quien escoge en que momento cursará las diferentes asignaturas del plan de estudio correspondiente.

En la educación a distancia no existe el concepto de año académico ni de semestre, sino que se manejan momentos, períodos de tiempo que el estudiante tiene para aprobar las asignaturas matriculadas. En cada momento hay que realizar una matrícula responsable que consiste en que el estudiante indica cuáles serán las asignaturas que cursará en ese momento. Se debe tener en cuenta la precedencia de las asignaturas, ya que no se podrá matricular una asignatura si no se han aprobado sus precedentes. No todas las asignaturas tienen precedencia, estas especificaciones dependen de cada carrera y vienen declaradas en los planes de estudios. Las asignaturas básicas (matemática, español e historia) son de matrícula obligatoria en el primer momento de la carrera, y no se podrán matricular otras asignaturas hasta tanto estas no sean vencidas. Otro aspecto a tener en cuenta es que un estudiante tiene una cantidad de oportunidades para vencer una asignatura, es decir, que la misma asignatura puede ser

With the development of this work, a functional prototype of a module for SIGENU will be obtained, which allows the management of information regarding the processes of teaching secretariat in the EaD modality, for Cuban Higher Education. It will give the possibility to The teaching secretariats of taking the life cycle of a student from their entry, through the different stages of the career, until their promotion or even their withdrawal, highlighting the possibility of managing their responsible enrollment, as well as the grades of each of the subjects through which it passes.

## Developing

### Theoretical fundament

#### Current Flow of Processes

At the beginning of the enrollment process, which is common in Higher Education, it is for all modalities, CRD, CPE or EaD, the student provides the data regarding personal information and school origin, which is entered in SIGENU and is enrolled in a career . At the end of this process, the person is registered in the system and once it is closed, it becomes the official registration of the degree, and it is the student himself who chooses when he will take the different subjects of the corresponding study plan.

In distance education there is no concept of an academic year or a semester, but rather moments, periods of time that the student has to pass the enrolled subjects are managed. At all times, a responsible enrollment must be carried out, which consists of the student indicating which subjects she will take at that time. The precedence of the subjects must be taken into account, since a subject cannot be registered if its precedents have not been approved. Not all subjects have precedence, these specifications depend on each career and are declared in the study plans. The basic subjects (mathematics, Spanish and history) are compulsory enrollment at the first moment of the degree, and other subjects will not be able to enroll until they are expired. Another aspect to keep in mind is that a student has a number of opportunities to beat a

matriculada una cantidad específica de veces. Toda esta información es llevada por las secretarías a partir de planillas y cada vez que se realiza la matrícula responsable tienen que hacer un estudio detallado, estudiante por estudiante, para así poder saber cuándo un alumno puede matricular una asignatura o no; así como para cualquier informe que sea solicitado.

Para el control de las evaluaciones se procede de forma similar, se guarda la nota de cada estudiante, en cada una de las asignaturas, en cada convocatoria de examen, para cada oportunidad. Posteriormente para saber si un estudiante aprobó una asignatura o no, se deben consultar estos datos para determinar sus resultados, y lo mismo ocurre para determinar su índice académico.

### Procesos Objeto de Automatización

El sistema informático deberá contar con las siguientes funcionalidades:

Gestionar datos de un centro, donde se incluyen las Facultades, sedes municipales y carreras.

Gestionar planes de estudio, donde se incluyen las asignaturas.

Matricular estudiante.

Gestionar datos de los estudiantes, incluyendo datos propios de la matrícula, así como sus evaluaciones.

Con esto se podrá garantizar el correcto manejo de la información referente a las secretarías en las diferentes áreas docentes de la universidad.

### Sistemas de gestión de la información

Durante los últimos años se han multiplicado los estudios orientados a analizar la información como factor vital para la toma de decisiones en las instituciones, elemento clave de la gestión empresarial y eje conceptual sobre el que gravitan los sistemas de información actuales. Se considera que la información es un recurso que se encuentra al mismo nivel que los recursos financieros, materiales y humanos, que hasta el momento habían constituido los ejes sobre los que había girado la gestión (Jácome, 2014).

El concepto de gestión según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) hace referencia a la acción y al efecto de gestionar o de administrar. Gestionar es realizar diligencias conducentes al logro

subject, that is, the same subject can be enrolled a specific number of times. All this information is kept by the secretaries from spreadsheets and each time the responsible enrollment is carried out they have to do a detailed study, student by student, in order to know when a student can enroll a subject or not; as well as for any report that is requested.

To control the evaluations, we proceed in a similar way, the mark of each student is saved, in each of the subjects, in each examination session, for each opportunity. Later, to find out if a student passed a subject or not, these data must be consulted to determine their results, and the same happens to determine the academic index of it.

### Automation Object Processes

The computer system must have the following functionalities:

- Manage data of a center, which includes the Faculties, municipal headquarters and careers.
- Manage study plans, which include the subjects.
- Enroll student.
- Manage student data, including enrollment data, as well as their evaluations.

With this, the correct handling of the information regarding the secretariats in the different teaching areas of the university can be guaranteed.

### Information management systems

In recent years, studies aimed at analyzing information as a vital factor for decision-making in institutions have multiplied, a key element of business management and a conceptual axis on which current information systems gravitate. Information is considered to be a resource that is at the same level as the financial, material and human resources, which until now had constituted the axes on which management had revolved (Jácome, 2014).

The concept of management according to the Dictionary of the Royal Spanish Academy (DRAE) refers to the action and the effect of managing or administering. To manage is to carry out diligences leading to the achievement of a business or any desire. Administering, on the other hand, consists of governing, directing, ordering, disposing or

de un negocio o de un deseo cualquiera. Administrar, por otra parte, consiste en gobernar, dirigir, ordenar, disponer u organizar. El término gestión, por lo tanto, implica al conjunto de trámites que se llevan a cabo para resolver un asunto o concretar un proyecto (Jácome, 2014).

Rodríguez (2003) citado por Saavedra & Mora (2018) escribió: Se asume como un sistema de información al “conjunto de procedimientos (manuales y automatizados) y de funciones dirigidas a la recogida, elaboración, evaluación, almacenamiento, recuperación, condensación y distribución de informaciones dentro de una organización. Estos sistemas están orientados a promover el flujo de las mismas desde el punto en el que se generan hasta el destinatario final de las mismas.”

Heras (2007) citado por Saavedra & Mora (2018) escribió: “... se asume el sistema de gestión como el conjunto interrelacionado de elementos (como procedimientos, instrucciones, formatos y elementos similares), mediante los que, se planifica, se ejecuta y controla determinadas actividades relacionadas con los objetivos que se desean alcanzar.”

Existe una gran diferencia entre un sistema de información y un sistema de gestión, aunque a veces se tiende a utilizar indistintamente ambos términos, pero conceptualmente son bien distintos. Se puede considerar un sistema informático como un conjunto de elementos que hacen posible el tratamiento automatizado de la información. Se trata, por tanto, de un subconjunto del sistema de información (Saavedra & Mora, 2018).

Se describe a un sistema de gestión como una herramienta que optimiza recursos, reduce precios y mejora la productividad en la empresa. También está basado en normas internacionales que permiten controlar distintas facetas en una empresa, como la calidad de su producto o servicio, los impactos ambientales que pueda ocasionar, la seguridad y salud de los trabajadores, la responsabilidad social o la innovación (Saavedra & Mora, 2018).

Los sistemas de gestión constituyen sistemas informáticos, en ocasiones realizados a medida, con el fin de almacenar de forma digital la mayor cantidad de información referente a los procesos de la empresa. Su implementación ha propiciado un mejor manejo de los datos, permitiendo que actividades realizadas

organizing. The term management, Therefore, it implies the set of procedures that are carried out to resolve an issue or specify a project (Jácome, 2014). Rodríguez (2003) cited by Saavedra & Mora (2018) wrote: An information system is assumed to be the “set of procedures (manual and automated) and functions aimed at the collection, preparation, evaluation, storage, recovery, condensation and distribution of information within an organization. These systems are aimed at promoting the flow of the same from the point where they are generated to the final recipient of the same. ”

Heras (2007) cited by Saavedra & Mora (2018) wrote: “... the management system is assumed as the interrelated set of elements (such as procedures, instructions, formats and similar elements), through which, it is planned, executed and controls certain activities related to the objectives to be achieved. ”

There is a great difference between an information system and a management system, although sometimes the two terms tend to be used interchangeably, but conceptually they are quite different. A computer system can be considered as a set of elements that make the automated processing of information possible. It is, therefore, a subset of the information system (Saavedra & Mora, 2018).

A management system is described as a tool that optimizes resources, reduces prices and improves productivity in the company. It is also based on international standards that allow controlling different facets in a company, such as the quality of its product or service, the environmental impacts that it may cause, the safety and health of workers, social responsibility or innovation (Saavedra & Mora, 2018).

Management systems are computer systems, sometimes made to measure, in order to digitally store the greatest amount of information regarding company processes. Its implementation has led to better data management, allowing activities previously carried out by the company's own personnel to be carried out automatically, thus reducing human error, and increasing the

anteriormente por personal de la propia empresa sea realizado de forma automática, reduciendo así el error humano, aumentando la efectividad de la empresa y las prestaciones a clientes.

Muchas instituciones a lo largo del mundo comenzaron a implementar los sistemas de gestión para sus procesos: bancos, aeropuertos, fábricas, entre otras. Al hacerlo obtienen mejoras sustanciales en cuanto a productividad y manejo de los datos.

### SIGENU y la gestión de la universidad en Cuba

El proceso de Informatización de la Sociedad Cubana, incluye cada vez más áreas de la vida del país. El Ministerio de Educación Superior (MES) no está al margen de este trabajo, y ha creado el Proyecto para la Automatización de la Gestión Académica de la Educación Superior, con el objetivo de lograr la automatización de los procesos fundamentales de la misma. Con esto se pretende garantizar la elevación de la calidad de la gestión de dirección de la Educación Superior a todos los niveles, incluyendo la transformación de los procesos que lo requieran. También se pretende asegurar un eficiente uso, distribución y a la vez centralización de la información, utilizando la interconexión que permiten las redes de computadoras (Machado & Reyes, 2011).

Para dar cumplimiento a este proyecto se diseñó y desarrolló, con las funcionalidades básicas, el SIGENU en el 2004. Este es un sistema informático distribuido del tipo cliente-servidor (con cliente desktop), construido sobre la base de la utilización de software libre, con el uso de Java como lenguaje de programación. La especificación EJB, una de las API (Interfaz de Programación de Aplicaciones), que forman parte del estándar de construcción de Aplicaciones Empresariales (Java EE) de la compañía Sun Microsystems, es la utilizada para la construcción de la aplicación servidor. El gestor de base de datos PostgreSQL, de los más potentes entre los de código abierto, es el empleado para la persistencia. El SIGENU está compuesto por varios módulos que se encargan de proveer las funcionalidades necesarias para la gestión de la información correspondiente a las distintas áreas de la actividad docente (Machado & Reyes, 2011).

El SIGENU constituye la principal línea de desarrollo para la informatización de la gestión de la información en la Educación Superior en Cuba. En su nueva

effectiveness of the company and services to customers.

Many institutions throughout the world began to implement management systems for their processes: banks, airports, factories, among others. By doing so, they obtain substantial improvements in productivity and data handling.

### SIGENU and university management in Cuba

The process of Computerization of the Cuban Society includes more and more areas of the life of the country. The Ministry of Higher Education (MES) is not outside this work, and has created the Project for the Automation of Academic Management of Higher Education, with the aim of achieving the automation of its fundamental processes. This is to guarantee the elevation of the quality of the management of Higher Education management at all levels, including the transformation of the processes that require it. It is also intended to ensure efficient use, distribution and at the same time centralization of the information, using the interconnection that computer networks allow (Machado & Reyes, 2011).

To comply with this project, SIGENU was designed and developed in 2004 with basic functionalities. This is a distributed computer system of the client-server type (with desktop client), built on the basis of the use of free software, with the use of Java as a programming language. The EJB specification, one of the APIs (Application Programming Interface), which is part of the Sun Microsystems company construction standard for Business Applications (Java EE), is used to build the server application. The PostgreSQL database manager, one of the most powerful among the open source ones, is used for persistence. SIGENU is made up of several modules that are responsible for providing the necessary functionalities for the management of the information corresponding to the different areas of teaching activity (Machado & Reyes, 2011).

SIGENU constitutes the main line of development for the computerization of information management



versión, está compuesto por ocho elementos fundamentales:

**Base de Datos:** Donde se almacena toda la información registrada.

**Servidor de Aplicaciones:** Encargado de actuar como intermediario entre la Base de Datos y las aplicaciones clientes, o sea, es quien hace posible que la información registrada en la base de datos sea visualizada y actualizada, a través de las aplicaciones que son manipuladas por el usuario. Este elemento es quien posibilita dar un servicio a través de la red de manera que la información pueda ser accedida remotamente por las aplicaciones ubicadas en varios lugares.

**Cliente Secretaría (SIGENU-SEC):** Esta aplicación constituye el elemento esencial que hace posible la inserción y actualización de toda la información que se registra en el sistema. Además, permite obtener un conjunto importante de reportes muy usados cotidianamente en el mundo de la educación superior. Consta de los siguientes módulos: Codificadores, Matrícula, Control de estudiantes, Plan de Estudio, Evaluaciones y Reportes. La aplicación cliente se encuentra disponible para escritorio (desktop) y web.

- **Cliente Estadística (SIGENU-DSS):** Sistema de apoyo a la toma de decisiones (SIGENU-DSS), es un sistema que se ha desarrollado con el fin de brindar un soporte a la toma de decisiones, sobre los principales procesos que se llevan a cabo en una Institución de Educación Superior (IES). La herramienta permite obtener un conjunto de reportes frecuentemente usados por los diferentes niveles jerárquicos existentes en la Educación Superior.

- **Cliente Profesor (SIGENU-Profesor):** Esta opción permite a los profesores llevar a cabo el registro de cortes evaluativos, asistencia en línea, evaluaciones periódicas y finales de una asignatura determinada.

- **Cliente Administrador (SIGENU-Admin):** Es la aplicación que permite la inserción y actualización de los usuarios y todas las funcionalidades que ejecutan los administradores para monitorear el correcto funcionamiento del sistema y su seguridad. Naturalmente a esta aplicación solo tienen acceso los encargados de la administración del SIGENU.

- **Cliente Archivo (SIGENU-Archivo):** Este módulo permite visualizar la información de todos los

in Higher Education in Cuba. In its new version, it is made up of eight fundamental elements:

- **Database:** Where all the registered information is stored.

- **Application Server:** In charge of acting as an intermediary between the Database and client applications, that is, it is the one who makes it possible for the information registered in the database to be viewed and updated, through the applications that are manipulated by the user. This element is what makes it possible to provide a service through the network so that the information can be accessed remotely by applications located in various places.

- **Secretary Client (SIGENU-SEC):** This application constitutes the essential element that makes it possible to insert and update all the information that is registered in the system. In addition, it allows obtaining an important set of reports widely used on a daily basis in the world of higher education. It consists of the following modules: Encoders, Enrollment, Student Control, Study Plan, Assessments and Reports. The client application is available for desktop and web.

- **Statistical Client (SIGENU-DSS):** Decision-making support system (SIGENU-DSS), it is a system that has been developed in order to provide support to decision-making, on the main processes that are carried out in an Institution of Higher Education (IES). The tool allows obtaining a set of reports frequently used by the different hierarchical levels existing in Higher Education.

- **Teacher Client (SIGENU-Teacher):** This option allows teachers to carry out the registration of evaluative cuts, online assistance, periodic and final evaluations of a given subject.

- **Administrator Client (SIGENU-Admin):** It is the application that allows the insertion and updating of users and all the functionalities that administrators execute to monitor the correct functioning of the system and its security. Naturally, only those in charge of SIGENU administration have access to this application.

- **File Client (SIGENU-File):** This module allows you to view the information of all SIGENU

egresados por SIGENU de la Educación Superior en Cuba. Entre sus principales funcionalidades se encuentran: Emisión de certificaciones de notas, registro de tomos y folios y gestionar egresado.

- **Cliente Tracking (SIGENU- Tracking):** El tracking es una herramienta muy poderosa, pues permite tener el control en todo momento del uso y funcionamiento del SIGENU.

**Cliente Servicios (SIGENU-servicios):** Este sitio ofrece un conjunto de servicios web que permitirán al desarrollador, utilizar la información que gestiona el SIGENU de forma segura. El proyecto consta de un total de 12 servicios web que cubren un amplio rango de información correspondiente a las áreas de pre-matrícula, estudiantes del centro, estudiantes de baja, evaluaciones, datos del plan de estudio y datos de las asignaturas que componen el plan de estudio (Saavedra & Mora, 2018).

Actualmente el SIGENU cuenta con una base de datos de más de 120 tablas donde se almacena toda la información necesaria para el funcionamiento del sistema. Este sistema dispone de las herramientas necesarias para gestionar los datos pertenecientes a los CRD y CPE, y emitir los reportes necesarios. Se encuentra desplegado en todas las universidades cubanas adjuntas al MES con excepción de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI).

**SIGENU y el nuevo modelo de Educación a Distancia**  
Hace cuatro años se comenzó a trabajar en un nuevo modelo para la Educación a Distancia. Las universidades no tenían un sistema informático capaz de realizar todo el proceso de gestión de los datos para esta nueva modalidad por lo que se asumieron algunas de las funcionalidades que brinda el SIGENU, pero estas están muy limitadas. A pesar de declarar que los estudiantes pertenecen a la modalidad de distancia, realmente los procesa de la misma forma que a los de cursos por encuentros. Esto impide que se puedan establecer estadísticas confiables de sus datos, y que a pesar de usar el sistema casi todos los reportes tengan que hacerse de forma manual.

Elementos como el año académico y grupo necesitan ser eliminados y a su vez surgen otros nuevos, propios de la Educación a Distancia. Entre estos están las diferentes oportunidades que tiene un estudiante para

graduates from Higher Education in Cuba. Among its main functionalities are: Issuance of certifications of grades, record of volumes and folios and manage graduate.

- **Client Tracking (SIGENU- Tracking):** Tracking is a very powerful tool, since it allows you to have control at all times of the use and operation of SIGENU.

- **Client Services (SIGENU-services):** This site offers a set of web services that will allow the developer to use the information that SIGENU manages in a secure way. The project consists of a total of 12 web services that cover a wide range of information corresponding to the areas of pre-enrollment, students at the center, students withdrawn, evaluations, data of the study plan and data of the subjects that make up the plan study (Saavedra & Mora, 2018).

SIGENU currently has a database of more than 120 tables where all the information necessary for the operation of the system is stored. This system has the necessary tools to manage the data belonging to the CRD and CPE, and issue the necessary reports. It is deployed in all Cuban universities attached to the MES with the exception of the University of Informatics Sciences (UCI).

### **SIGENU and the new Distance Education model**

Four years ago work began on a new model for Distance Education. The universities did not have a computer system capable of carrying out the entire data management process for this new modality, so some of the functionalities provided by SIGENU were assumed, but these are very limited. Despite declaring that the students belong to the distance mode, it actually processes them in the same way as those of courses by encounters. This prevents reliable statistics of your data from being established, and despite using the system, almost all reports have to be done manually.

Elements such as the academic year and group need to be eliminated and in turn new ones arise, typical of Distance Education. Among these are the different opportunities that a student has to take the

cursar la misma asignatura, la precedencia de estas, los momentos y las matrículas responsables.

Debido a las características particulares que tiene la EaD y las diferencias de esta con las otras dos modalidades de la Educación Superior cubana, se hace necesario crear un nuevo módulo capaz de cubrir los requerimientos para la gestión de la EaD. El nuevo módulo complementará al sistema actual para así ampliar las funcionalidades que brinda el SIGENU, sin perder la homogeneidad que se ha logrado en la gestión de datos de las universidades cubanas.

### Metodologías de desarrollo de software

Para el desarrollo de una aplicación, además de las anotaciones para el modelado, y la referencia a las diferentes tecnologías utilizadas, también es necesario una metodología de desarrollo que indique el procedimiento a seguir para obtener un buen producto final.

Las metodologías de desarrollo de software son un marco de trabajo eficiente que surgió en la década de los años 70, pues ofrecían una respuesta a los problemas que surgían con los antiguos métodos de desarrollo. Estos se enfocaban en la creación de software sin el control apropiado de las actividades del grupo de trabajo, lo que provocaba un producto lleno de deficiencias y problemas, resultando en la insatisfacción del cliente, pues se le ofrecía un software que no cumplía con sus necesidades (Molina et al., 2017).

### Modelamiento del Negocio y Requerimientos

#### Descripción del Negocio

En Cuba la demanda de la población a la educación superior es cada vez más creciente por el nivel de acceso a la educación general que posee la población. La implementación de los programas en EaD se ha convertido en una fuente poderosa de difusión de conocimiento, lo que permite la democratización del acceso al mismo. En este empeño, el Ministerio de Educación Superior cubano realizó adecuaciones al marco legal vigente teniendo en cuenta la incorporación de la EaD como modalidad educativa.

En cada nuevo curso se imparten carreras en esta modalidad. En cada universidad, los organizadores de los procesos en las Facultades definen qué carreras se cursan en esta modalidad, estableciendo así su plan de

same subject, the precedence of these, the moments and the responsible enrollment.

Due to the particular characteristics of the EaD and its differences with the other two modalities of Cuban Higher Education, it is necessary to create a new module capable of meeting the requirements for the management of the EaD. The new module will complement the current system in order to expand the functionalities provided by SIGENU, without losing the homogeneity that has been achieved in the data management of Cuban universities.

### Software development methodologies

For the development of an application, in addition to the annotations for the modeling, and the reference to the different technologies used, a development methodology is also necessary that indicates the procedure to follow to obtain a good final product.

Software development methodologies are an efficient framework that emerged in the 1970s, offering an answer to the problems that arose with old development methods. These focused on the creation of software without proper control of the activities of the work group, which caused a product full of deficiencies and problems, resulting in customer dissatisfaction, as they were offered software that did not meet their needs. (Molina et al., 2017).

### Business Modeling and Requirements

#### Business Description

In Cuba, the population's demand for higher education is increasingly growing due to the level of access to general education that the population has. The implementation of ED programs has become a powerful source of knowledge dissemination, which allows the democratization of access to it. In this endeavor, the Cuban Ministry of Higher Education made adjustments to the current legal framework, taking into account the incorporation of ED as an educational modality.

In each new course careers are taught in this modality. In each university, the organizers of the processes in the Faculties define which careers are

estudio y períodos de matrícula. En el plan de estudio se establecen las disciplinas que lo conformarán, además se crean las asignaturas que integran cada una de esas disciplinas.

Durante el período de matrícula a la Educación Superior el nuevo estudiante se presenta en la secretaría docente, donde será recibido por el encargado de matrícula y deberá ofrecer los datos personales necesarios que serán procesados mediante el SIGENU: Identificación, fecha de nacimiento, cantidad de hijos, nombre, apellidos, sexo, color de piel, teléfono, organización política, orfandad, lugar de nacimiento, dirección, estado civil, correo, país (deberá brindar además provincia y municipio en el caso de ser cubano), si presenta alguna minusvalía, organizaciones populares y ONG a las que pertenece. Además, deberá indicar los datos de sus tutores legales: nombre y apellidos, nivel escolar, ocupación, salario, organización política y su estado (vivo o fallecido). El matriculador rellena los datos de ingreso: fecha de matrícula, de ingreso a la Educación Superior y al centro de Educación Superior, procedencia escolar, fuente de ingreso, nivel escolar y las notas obtenidas durante las pruebas de ingreso (español, matemática, historia, índice académico, escalafón, opción de la oferta y si fue obtenida en reoferta o no). Posteriormente el matriculador rellena los datos docentes: facultad, CUM, carrera, plan de estudio y estado del estudiante. En el caso de que el estudiante sea trabajador deberá indicar: centro de trabajo, teléfono, provincia, municipio, salario, dirección, ocupación, organismo, sindicato y el nombre del jefe inmediato. En el caso de haber sido militar con anterioridad indicará: fecha de licenciamiento, especialidad militar, tipo de militar y grado militar. Al terminar de introducir toda la información se genera un informe de matrícula (donde se encuentran todos los datos descritos anteriormente), el cual se almacena en el sistema y se imprime.

Una vez finalizado el período de matrícula se realiza su cierre que implica que cambie el estado del estudiante de “Nueva Matrícula” a “Activo”, a partir de ese momento el estudiante formará parte de la matrícula oficial de la carrera.

Las Facultades definen la cantidad de momentos en un curso y los períodos de matrícula responsable, donde cada estudiante deberá indicar las asignaturas que

taken in this modality, thus establishing their study plan and enrollment periods. The study plan establishes the disciplines that will comprise it, and the subjects that make up each of these disciplines are created.

During the period of enrollment in Higher Education, the new student appears at the teaching secretary, where he will be received by the person in charge of enrollment and must offer the necessary personal data that will be processed through SIGENU: Identification, date of birth, number of children, name, surname, sex, skin color, telephone, political organization, orphan, place of birth, address, marital status, mail, country (you must also provide province and municipality in the case of being Cuban), if you have a disability, popular organizations and NGOs to which it belongs. In addition, he must indicate the data of his legal guardians: name and surname, school level, occupation, salary, political organization and his status (alive or deceased). The enroller fills in the entry data: date of enrollment, entry to Higher Education and Higher Education center, school origin, source of income, school level and the marks obtained during the entrance tests (Spanish, mathematics, history, academic index, ranking, option of the offer and if it was obtained in a re-offer or not). Subsequently, the enroller fills in the teaching data: faculty, CUM, career, study plan and student status. In the event that the student is a worker, he must indicate: workplace, telephone number, province, municipality, salary, address, occupation, body, union and the name of the immediate boss. In the case of having previously been a military man, he will indicate: date of discharge, military specialty, type of military and military rank. When you finish entering all the information, a registration report is generated (where all the data described above are found), which is stored in the system and printed.

Once the enrollment period is over, it closes, which implies that the student's status changes from “New Enrollment” to “Active”. From that moment on, the student will be part of the official enrollment of the degree.

cursará en el próximo momento. El estudiante se presenta ante la secretaria de su facultad mostrando su identificación, y esta le muestra las posibles asignaturas del plan de estudio que le faltan por aprobar, para que el estudiante seleccione las que va a matricular. En el caso de ser la primera matrícula responsable del estudiante en la carrera, la secretaria le indica que existen asignaturas de matriculado obligatorio (previamente definidas en el plan de estudio), y podrá, además, matricular otras asignaturas. Hasta que no sean aprobadas no será posible matricular otras asignaturas en los siguientes momentos. Es importante destacar que existen asignaturas que tienen una precedencia, lo cual impide que pueda matricularlas sin haber aprobado las asignaturas que le preceden. En el caso de no ser la primera matrícula responsable la secretaria verifica las asignaturas que el estudiante no haya aprobado y figuran en la lista de posibles asignaturas a matricular. Un estudiante tiene tres convocatorias en una asignatura (Ordinaria, Revalorización y Extraordinaria, definidas en el período del momento), hasta cuatro oportunidades para matricular una asignatura y diez años para finalizar la carrera.

Una vez finalizado el momento la secretaria almacena las notas del estudiante en las asignaturas elegidas durante las matrículas responsables (siendo la nota final de la asignatura la mayor obtenida en las convocatorias). En el caso de no haber aprobado la asignatura se tendrá en cuenta durante su próxima matrícula responsable y se llevará el conteo de las matrículas realizadas para esa asignatura.

Para realizar el proceso de baja se selecciona el estudiante al cual se desea dar baja, se indica el tipo de baja y el motivo de la misma, así como la fecha en la que se realiza y de esta forma queda registrada y el estado de estudiante cambia a "Baja".

Una vez el estudiante ha aprobado todas las asignaturas del plan de estudio, estará listo para graduarse: la secretaria realiza la promoción y cambia el estado del estudiante a "Egresado".

Tanto para revocar baja como para revocar promoción, la secretaria selecciona el estudiante al que se desea realizar el proceso y lo podrá reubicar en la última carrera en la que este haya sido matriculado.

The Faculties define the number of moments in a course and the periods of responsible enrollment, where each student must indicate the subjects they will take in the next moment. The student appears before the secretary of his faculty showing her identification, and this shows him the possible subjects of the study plan that have yet to be approved, so that the student selects the ones he is going to enroll. In the case of being the first Responsible enrollment of the student in the career, the secretary indicates that there are compulsory enrollment subjects (previously defined in the study plan), and may also enroll other subjects. Until they are approved, it will not be possible to enroll other subjects in the following moments. It is important to note that there are subjects that have precedence, which prevents you from enrolling without having passed the subjects that precede it. In the case of not being the first responsible enrollment, the secretary verifies the subjects that the student has not passed and they appear in the list of possible subjects to enroll. A student has three calls in a subject (Ordinary, Revaluation and Extraordinary, defined in the period of the moment), up to four opportunities to enroll in a subject and ten years to finish the degree.

Once the time is over, the secretary stores the student's grades in the subjects chosen during the responsible enrollments (the final grade for the subject being the highest obtained in the calls). In the case of not having passed the subject, it will be taken into account during your next responsible enrollment and the count of the enrollments made for that subject will be kept.

To carry out the withdrawal process, the student to whom you want to withdraw is selected, the type of withdrawal and the reason for it are indicated, as well as the date on which it is carried out and in this way it is registered and the student's status changes to "Low".

Once the student has passed all the subjects in the study plan, they will be ready to graduate: the secretary carries out the promotion and changes the student's status to "Graduated".

Both to revoke withdrawal and to revoke promotion, the secretary selects the student for

## Diagrama de Casos de Uso del Negocio

Un caso de uso del negocio representa a un proceso de negocio, por lo que se corresponde con una secuencia de acciones que producen un resultado observable para ciertos 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 (Hernández, 2004). Además, existen los trabajadores del negocio que son las personas, grupos, entidades, organizaciones, máquinas o sistemas de información propios del negocio, que interactúan directamente con los Actores del negocio.

Un diagrama de casos de uso del negocio representa gráficamente a los procesos del negocio y su interacción con los actores del negocio. En la Tabla 1 se describen los actores del negocio, y en la Figura 1 se muestra cómo quedaría el Diagrama de Casos de Uso del Negocio para el negocio analizado.

whom the process is to be carried out and may relocate him to the last career in which he has been enrolled.

## Business Use Case Diagram

A business use case represents a business process, so it corresponds to a sequence of actions that produce an observable result for certain business actors. A business actor is any external individual, group, entity, organization, machine, or information system with which the business interacts. What is modeled as an actor is the role that is played when interacting with the business to benefit from its results (Hernández, 2004).

In addition, there are business workers who are the people, groups, entities, organizations, machines or information systems of the business, who interact directly with the business Actors.

A business use case diagram graphically represents business processes and their interaction with business stakeholders. Table 1 describes the business actors, and Figure 1 shows how the Business Use Case Diagram would look for the business analyzed.

Estudiante

El estudiante es quien llega a la secretaría docente para realizar la matrícula y quien solicita las asignaturas que desea matricular en cada uno de los momentos

Tabla 1: Descripción de los actores del negocio

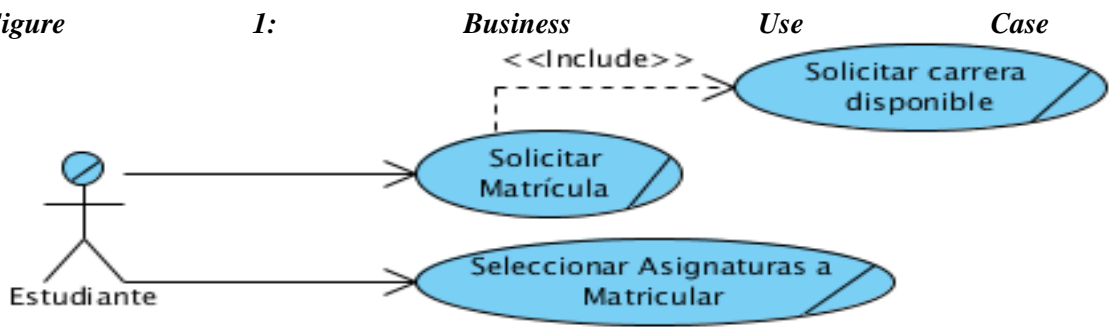


Figura 1: Diagrama de Casos de Uso del Negocio

Table 1: Description of the business actors

Business Actors	Description
Student	The student is the one who arrives at the teaching secretariat to enroll and who requests the subjects he wishes to enroll in each of the moments

*Figure 1: Business Use Case Diagram*



## Gestionar Color de la Piel Reglas del negocio

Las reglas de negocio describen políticas que deben cumplirse o condiciones que deben satisfacerse, por lo que regulan algún aspecto del negocio. La descripción que se hace de las reglas de negocio es independiente de su implementación y puede expresarse en español estructurado, diagramas o descripciones textuales (Hernández, 2004).

A continuación, se listan las reglas del negocio para la presente investigación:

Una asignatura sólo tendrá como precedentes asignaturas de su misma disciplina.

Un estudiante tiene hasta diez años para culminar la carrera.

Un estudiante tiene hasta cuatro oportunidades para matricular una misma asignatura.

En el primer momento de matrícula se deben matricular las asignaturas básicas y de no ser aprobadas sólo se podrán matricular estas hasta que se aprueben.

Existen tres convocatorias de evaluación por cada asignatura.

Para poder realizar la matrícula responsable el estudiante debe ser matrícula oficial de la carrera.

Para que un estudiante pueda ser promovido debe tener aprobadas todas las asignaturas del plan de estudio en el que está matriculado.

Un estudiante puede estar activo solo en una carrera a la vez.

Si a un estudiante no se le pone nota en una convocatoria de examen en una asignatura no se podrán poner notas a las convocatorias posteriores.

Cada usuario solo debe visualizar los datos y estudiantes de las áreas a las que tiene acceso.

Siempre debe existir un curso y una universidad activos en el sistema para poder realizar cualquier proceso.

### Requisitos Funcionales

Un requisito funcional define una función del sistema de *software* o sus componentes. Una función es descrita como un conjunto de entradas, comportamientos y salidas. En otras palabras, los requisitos funcionales constituyen las características que debe cumplir el sistema como se debe comportar el mismo una vez terminado el desarrollo del producto (Aguilera *et al.*, 2009).

## Business rules

Business rules describe policies that must be met or conditions that must be satisfied, thus regulating some aspect of the business. The description made of the business rules is independent of its implementation and can be expressed in structured Spanish, diagrams or textual descriptions (Hernández, 2004).

The business rules for this research are listed below:

- A subject will only have as precedents subjects of the same discipline.
- A student has up to ten years to complete the degree.
- A student has up to four opportunities to enroll in the same subject.
- At the first moment of enrollment, the basic subjects must be enrolled and if they are not approved, they will only be able to enroll until they are approved.
- There are three evaluation calls for each subject.
- In order to make the responsible enrollment the student must be an official enrollment of the degree.
- For a student to be promoted, they must have passed all the subjects of the study plan in which they are enrolled.
- A student can be active in only one race at a time.
- If a student is not given a grade in an examination session in a subject, they will not be able to give notes to subsequent examinations.
- Each user should only view the data and students of the areas to which they have access.
- There must always be an active course and university in the system to be able to carry out any process.

### Functional Requirements

A functional requirement defines a function of the software system or its components. A function is described as a set of inputs, behaviors, and outputs. In other words, the functional requirements constitute the characteristics that the system must meet and how it should behave once the product development is finished (Aguilera *et al.*, 2009).



A continuación, se muestran los requisitos funcionales que debe cumplir la aplicación:

- F 1. Autenticar Usuario
- F 2. Gestionar Usuarios
- F 3. Matricular Estudiante
- F 4. Actualizar Datos de Estudiante
- F 5. Cerrar Matrícula
- F 6. Gestionar Facultad
- F 7. Gestionar CUM
- F 8. Gestionar Carrera Nacional
- F 9. Gestionar Carrera
- F 10. Gestionar Plan de Estudio
- F 11. Gestionar Matricula Responsable
- F 12. Gestionar Especialidad
- F 13. Gestionar Organismos
- F 14. Gestionar Sindicatos
- F 15. Gestionar País
- F 16. Gestionar Provincia
- F 17. Gestionar Municipio
- F 18. Gestionar Universidad
- F 19. Gestionar Tipo de Evaluación
- F 20. Gestionar Tipo de Asignatura
- F 21. Gestionar ONG
- F 22. Gestionar Organizaciones Populares
- F 23. Gestionar Minusvalías
- F 24. Gestionar Ocupación
- F 25. Gestionar Nivel Escolar
- F 26. Gestionar Organización Política
- F 27. Gestionar Fuente Ingreso
- F 28. Gestionar Grado Militar
- F 29. Gestionar Especialidad Militar
- F 30. Gestionar Procedencia Escolar
- F 31.
- F 32. Gestionar Sexo
- F 33. Gestionar Disciplina
- F 34. Gestionar Tipo Plan de Estudio
- F 35. Asignar Roles a Usuarios
- F 36. Asignar Permisos a Usuarios
- F 37. Gestionar Curso
- F 38. Ubicar Carreras en CUM
- F 39. Ver datos del perfil
- F 40. Cambiar contraseña
- F 41. Buscar Estudiante
- F 42. Dar Baja a Estudiante
- F 43. Revocar Baja de Estudiante
- F 44. Promover Estudiante

The following are the functional requirements that the application must meet:

- RF 1. Authenticate User
- RF 2. Manage Users
- RF 3. Enroll Student
- RF 4. Update Student Data
- RF 5. Close Registration
- RF 6. Manage Faculty
- RF 7. Manage CUM
- RF 8. Manage National Race
- RF 9. Manage Career
- RF 10. Manage Study Plan
- RF 11. Manage Responsible Enrollment
- RF 12. Manage Specialty
- RF 13. Manage Organizations
- RF 14. Manage Unions
- RF 15. Manage Country
- RF 16. Manage Province
- RF 17. Manage Municipality
- RF 18. Manage University
- RF 19. Manage Type of Evaluation
- RF 20. Manage Type of Subject
- RF 21. Manage NGO
- RF 22. Manage Popular Organizations
- RF 23. Manage Disabilities
- RF 24. Manage Occupation
- RF 25. Manage School Level
- RF 26. Manage Political Organization
- RF 27. Manage Income Source
- RF 28. Manage Military Grade
- RF 29. Manage Military Specialty
- RF 30. Manage School Origin
- RF 31. Manage Civil Status
- RF 32. Manage Orphanhood
- RF 33. Manage Skin Color
- RF 34. Manage Sex
- RF 35. Manage Discipline
- RF 36. Manage Study Plan Type
- RF 37. Assign Roles to Users
- RF 38. Assign Permissions to Users
- RF 39. Manage Course
- RF 40. Locate Careers in CUM
- RF 41. View profile data
- RF 42. Change password
- RF 43. Search Student
- RF 44. Unsubscribe Student

- F 45. Revocar Promoción de Estudiante
- F 46. Realizar Matrícula Responsable
- F 47. Evaluar Asignaturas por Estudiante

#### Requisitos No Funcionales

Un **requisito no funcional** o atributo de calidad, es un requisito que especifica criterios que pueden usarse para juzgar la operación de un sistema en lugar de sus comportamientos específicos (Aguilera *et al.*, 2009).

Por tanto, se refieren a todos los requisitos que no describen información a guardar, ni funciones a realizar, sino características de funcionamiento.

#### Usabilidad

**RNF 1.** La aplicación podrá ser utilizada por usuarios con conocimientos básicos de ofimática.

#### Confiabilidad

**RNF 2.** Sólo los usuarios con una combinación de nombre de usuario y contraseña válidos podrán acceder a la información del sistema. Restringir el acceso sólo para los usuarios que estén autorizados.

#### Eficiencia

**RNF 3.** Las solicitudes del usuario deberán ser procesadas rápidamente.

#### Soporte

**RNF 4.** La aplicación debe contar con un diseño web responsive, que le permita adaptarse a distintos tamaños de pantalla sin distorsionarse.

#### Software

**RNF 5.** En el lado cliente se tiene un navegador web capaz de interpretar HTML5, JavaScript (jQuery) y AJAX.

**RNF 6.** En el lado servidor se cuenta con Apache Tomcat 7 como contenedor de aplicaciones web, JDK 1.8 update 20 como máquina virtual de Java y PostgreSQL 9.3 como sistema gestor de bases de datos.

**RNF 7.** Se necesita extraer información del servidor en el que se encuentre desplegado el SIGENU para obtener los datos propios de la universidad.

#### Hardware

**RNF 8.** En la parte cliente se cuenta con las características mínimas recomendadas, de acuerdo a los sistemas operativos, descritas en la

**RNF 9.** Tabla 2.

**RF 45.** Revoke Student Withdrawal

**RF 46.** Promote Student

**RF 47.** Revoke Student Promotion

**RF 48.** Make Responsible Registration

**RF 49.** Evaluate Subjects by Student

#### Non-Functional Requirements

A **non-functional requirement** or quality attribute is a requirement that specifies criteria that can be used to judge the operation of a system instead of its specific behaviors (Aguilera *et al.*, 2009).

Therefore, they refer to all the requirements that do not describe information to be saved, or functions to be performed, but rather operating characteristics.

#### Usability

**RNF 1.** The application may be used by users with basic knowledge of office automation.

#### Reliability

**RNF 2.** Only users with a valid username and password combination will be able to access system information. Restrict access only to authorized users.

#### Efficiency

**RNF 3.** User requests must be processed quickly.

#### Support

**RNF 4.** The application must have a responsive web design, which allows it to adapt to different screen sizes without distorting it.

#### Software

**RNF 5.** On the client side there is a web browser capable of interpreting HTML5, JavaScript (jQuery) and AJAX.

**RNF 6.** On the server side there is Apache Tomcat 7 as a web application container, JDK 1.8 update 20 as a Java virtual machine and PostgreSQL 9.3 as a database management system.

**RNF 7.** It is necessary to extract information from the server where SIGENU is deployed to obtain the university's own data.

#### Hardware

**RNF 8.** The client part has the minimum recommended characteristics, according to the operating systems, described in Table 2.

z

**Tabla 2 Requerimientos mínimos de Hardware para PC cliente**

	Windows	Mac	Linux
Sistema operativo	Windows XP SP3 Windows Server 2003 SP1 Windows Vista Windows 7 Windows 8 Windows 10	Mac OS X 10.6 Mac OS X 10.7 Mac OS X 10.8 Mac OS X 10.9	Cualquier sistema operativo Linux con un entorno de escritorio instalado que soporte: NetworkManager 0.7 o superior DBus 1.0 o superior HAL 0.5.8 o superior GNOME 2.16 o superior
CPU	Pentium 4 o superior que soporte SSE2	Ordenador Macintosh con procesador Intel x86.	Pentium 4 o superior
RAM	512 MB	512 MB	De acuerdo al entorno de escritorio
HDD	200 MB	200 MB	200 MB

**Table 2 Minimum Hardware Requirements for Client PC**

	Windows	Mac	Linux
Operating system	Windows XP SP3 Windows Server 2003 SP1 Windows Vista Windows 7 Windows 8 Windows 10	Mac OS X 10.6 Mac OS X 10.7 Mac OS X 10.8 Mac OS X 10.9	Any Linux operating system with an installed desktop environment that supports: NetworkManager 0.7 or superior DBus 1.0 or superior HAL 0.5.8 or superior GNOME 2.16 or superior
CPU	Pentium 4 or superior that supports SSE2	Macintosh computer with an Intel x86 processor.	Pentium 4 or superior
RAM	512 MB	512 MB	According to the desktop environment
HDD	200 MB	200 MB	200 MB

**RNF 10.** Del lado servidor se tiene un servidor virtualizado con Proxmox con 2 CPU físicos y 2 CPU virtuales (Core 2 Quad), 4GB de Memoria RAM, 40 GB de almacenamiento y conectividad Ethernet.

**Diagrama de Casos de Uso**

Los diagramas de caso de uso modelan la funcionalidad del sistema usando actores y casos de uso. Constituyen la materialización de los requisitos funcionales en casos de uso, definiendo los

**RNF 9.** On the server side, there is a virtualized server with Proxmox with 2 physical CPUs and 2 virtual CPUs (Core 2 Quad), 4GB of RAM, 40 GB of storage and Ethernet connectivity.

**Use Case Diagram**

Use case diagrams model the functionality of the system using actors and use cases. They constitute the materialization of functional requirements in use cases, defining those responsible for initializing them. Every worker in the business is a candidate for

responsables de inicializarlos. Cada trabajador del negocio es un candidato a actor del sistema. Si algún actor del negocio va a interactuar con el sistema, entonces también será un actor del sistema.

Los casos de uso son artefactos narrativos que describen, bajo la forma de acciones y reacciones, el comportamiento del sistema desde el punto de vista del usuario. Por lo tanto, establece un acuerdo entre clientes y desarrolladores sobre las condiciones y posibilidades (requisitos) que debe cumplir el sistema (Hernández, 2004).

Cada caso de uso puede ser inicializado por un solo actor; lo cual implica en ocasiones la necesidad de crear actores producto de la generalización-especialización cuando existan varios actores que se relacionen con el mismo caso de uso. En la Tabla 3 se describen los actores del sistema, en la Figura 2 se muestra el Diagrama de Casos de Uso del Sistema, y en la Figura 3 se muestra un paquete con los casos de uso para la administración del sistema.

actor in the system. If some business actor is going to interact with the system, then it will also be a system actor.

Use cases are narrative artifacts that describe, in the form of actions and reactions, the behavior of the system from the user's point of view. Therefore, it establishes an agreement between clients and developers on the conditions and possibilities (requirements) that the system must meet (Hernández, 2004).

Each use case can be initialized by a single actor; which sometimes implies the need to create actors product of the generalization-specialization when there are several actors that are related to the same use case. Table 3 describes the system actors, Figure 2 shows the System Use Case Diagram, and Figure 3 shows a package with the use cases for system administration.

**Tabla 3: Descripción de los actores del sistema**

**Table 3: Description of the system actors**

Actores del Sistema	Descripción
Administrador	Responsable del funcionamiento del sistema, gestión de usuarios y otras tareas administrativas generales.
Secretario General	Responsable de la gestión de las matrículas, las carreras, los datos del curso, el centro y sus áreas docentes, así como el cierre de matrícula.
Secretaria	Responsable de la gestión de los procesos referentes a los estudiantes
Matriculador	Responsable de realizar la matricula a la educación superior y de actualizar esos datos a los estudiantes.
Controlador de Plan de Estudio	Responsable de la gestión de los procesos referentes a los planes de estudio y los datos de las carreras de las áreas docentes.
Usuario	Se obtiene de la relación generalización/especialización entre el Administrador, el Secretario General, la Secretaria, el Matriculador y el Controlador de Plan de Estudio. Este actor realiza la funcionalidad de Autenticar Usuario.
Administrador-Secretario General	Se obtiene de la relación generalización/especialización entre el Administrador y el Secretario General. Este actor realiza las funcionalidades referentes a

	la gestión de los datos del centro, y de las áreas docentes.
Secretario General-Controlador de Plan de Estudio	Se obtiene de la relación generalización/especialización entre el Secretario General y el Controlador de Plan de Estudio. Este actor realiza las funcionalidades referentes a la gestión de las matrículas, y de las carreras.
Secretaria-Secretario General	Se obtiene de la relación generalización/especialización entre la Secretaria y el Secretario General. Este actor realiza la funcionalidad cierre de Matrícula.

*Table 3: Description of the system actors*

<b>System Actors</b>	<b>Description</b>
Administrator	Responsible for the operation of the system, user management and other general administrative tasks.
General secretary	Responsible for the management of enrollments, careers, course data, the center and its teaching areas, as well as the enrollment closing.
Secretary	Responsible for the management of processes related to students
Enroller	Responsible for registering for higher education and updating this data to students.
Study Plan Controller	Responsible for the management of the processes related to the study plans and the data of the careers of the teaching areas.
User	It is obtained from the generalization / specialization relationship between the Administrator, the General Secretary, the Secretary, the Enroller and the Study Plan Controller. This actor performs the Authenticate User functionality.
Administrator-Secretary General	It is obtained from the generalization / specialization relationship between the Administrator and the Secretary General. This actor performs the functionalities related to the management of the data of the center, and of the teaching areas.
Secretary General-Controller of Study Plan	It is obtained from the generalization / specialization relationship between the Secretary General and the Study Plan Controller. This actor carries out the functionalities related to the management of enrollment and careers.
Secretary-General Secretary	It is obtained from the generalization / specialization relationship between the Secretary and the General Secretary. This

actor performs the enrollment closure functionality.

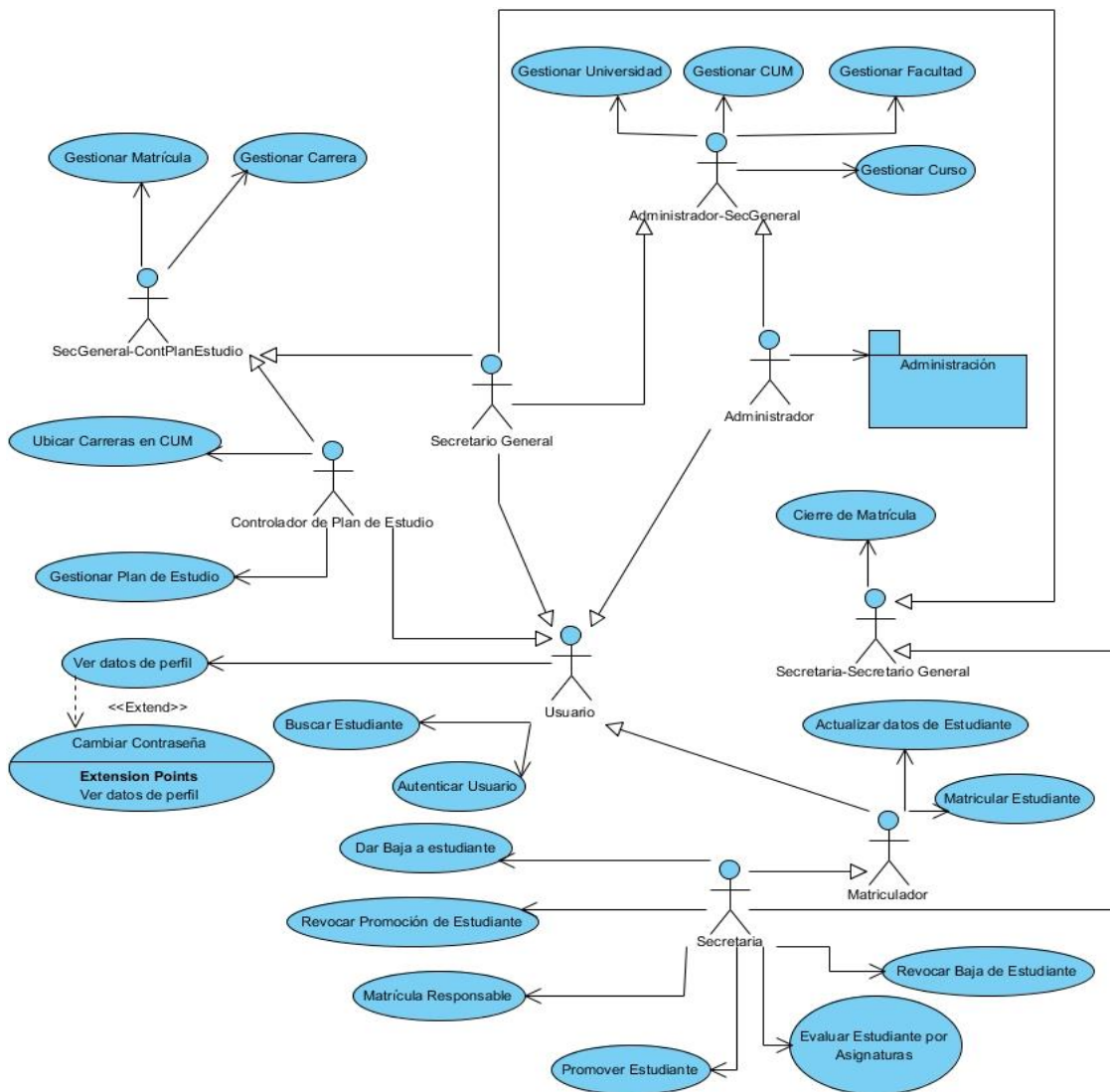
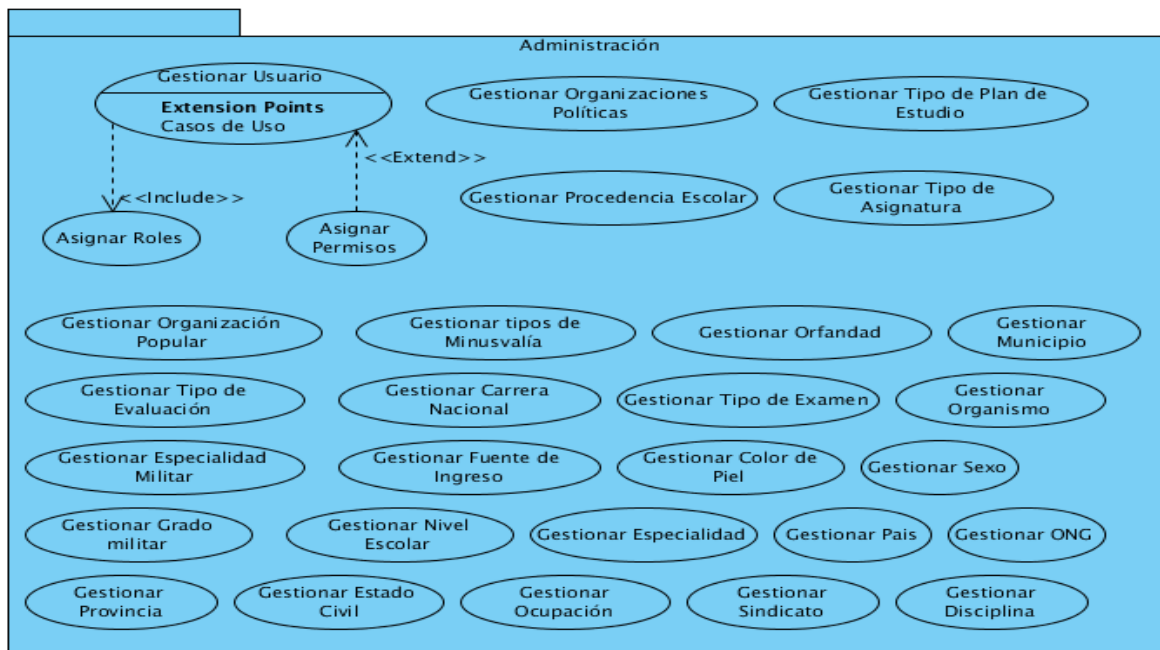


Figura 2: Diagrama de Casos de Uso

Figure 2: Use Case Diagram



**Figura 3: Diagrama de Casos de Uso (Paquete de Administración)**  
**Figure 3: Use Case Diagram (Management Pack)**

### Descripciones de Casos de Uso

Para entender la funcionalidad asociada a cada caso de uso no es suficiente con la representación gráfica del Diagrama de casos de uso. Para ello se crean las Descripciones textuales de los casos de uso, las que se realizan en forma de una tabla donde se describen todos los datos necesarios para comprender cada caso de uso (Hernández, 2004).

Se indica el actor que lo inicializa, el propósito que cumple dentro del sistema, un breve resumen de su funcionamiento, los requerimientos funcionales a los que representa y las precondiciones necesarias para su correcto funcionamiento. Además, se hace a especie de flujo, una descripción de la acción del actor y la respuesta del sistema, que indica todas las respuestas que dará el sistema ante cada acción que realice el actor. Se describe tanto para el flujo normal de eventos (flujo natural de funcionamiento bajo condiciones óptimas), así como para los flujos alternos (comportamiento excepcional en relación con el comportamiento normal) (Hernández, 2004).

### Use Case Descriptions

To understand the functionality associated with each use case, it is not enough with the graphical representation of the Use Case Diagram. For this purpose, the textual descriptions of the use cases are created, which are made in the form of a table where all the data necessary to understand each use case are described (Hernández, 2004).

The actor that initializes it, the purpose it fulfills within the system, a brief summary of its operation, the functional requirements it represents and the necessary preconditions for its correct operation are indicated. In addition, a description of the actor's action and the system's response are made as a kind of flow, indicating all the responses that the system will give to each action that the actor performs. It is described both for the normal flow of events (natural flow of operation under optimal conditions), as well as for alternate flows (exceptional behavior in relation to normal behavior) (Hernández, 2004).

**Tabla 4: Descripción del Caso de Uso Matricular Estudiante**

<b>Caso de Uso:</b>	<b>Matricular Estudiante</b>
---------------------	------------------------------

<b>Actores:</b>	Matriculador-Secretaria
<b>Propósito</b>	Realizar la matrícula de un estudiante a la educación superior y almacenar todos sus datos en el sistema.
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando el Matriculador-Secretaria se dispone a matricular un nuevo estudiante. Para ello rellena una serie de formularios con los datos del estudiante y al finalizar existirá un nuevo estudiante con el estado Nueva Matrícula en el sistema.
<b>Responsabilidades</b>	RF 3
<b>Precondiciones</b>	El Matriculador-Secretaria se encuentra autenticado. Existen al menos un Sexo, Color de Piel, Organización Política, Huérfano, Estado Civil, País (en el caso de Cuba será necesario también Provincia y Municipio), Nivel Escolar, Ocupación, Procedencia Escolar, Fuente de Ingreso, Nivel Escolar y Estado de Estudiante en la base de datos. Además, debe existir al menos una facultad, una carrera asociada a la facultad, un plan de estudio asociado a la carrera y un curso activo.
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El usuario selecciona la opción Matricular ubicada en el submenú Matrícula de la barra de navegación.	2. El sistema muestra la página Nueva Matrícula (ver Interfaz 1)

3. El usuario rellena los campos del formulario Identificación (ID), Natalicio (Na), Nombre (No), Primer Apellido (Pa), Segundo Apellido (Sa), Sexo (S), Color de Piel (CP), Teléfono (T), Correo (C),	4. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: ID, Na, No, Pa, Sa, S, CP, OP, H, N, D, EC, P (En el caso de haber seleccionado Cuba los campos Prov y M son de relleno obligatorio). De ser
--	--



Organización Política (OP), Huérfano (H), Natural de (N), Dirección (D), Estado Civil (EC), País (P), Provincia (Prov) y Municipio(M). Selecciona el botón Siguiente (Sig).

correctos va al siguiente paso: Padres y Tutores (P2), (ver Interfaz 2).

The screenshot shows a web form titled "Nueva Matricula" with a navigation bar containing "Personales", "Padres o Tutores", "Ingreso", "Docentes", "Laborales", "Militares", and "Confirmación". The "Padres o Tutores" tab is active. The form is divided into two main sections: "Madre" (Mother) and "Padre" (Father). Each section contains the following fields: "Nombre \*" (Name), "Nivel Escolar \*" (School Level), "Ocupación \*" (Occupation), "Salario \*" (Salary), and "Organización Política \*" (Political Organization). The "Estado" (Status) field is a radio button group with "Viva" (Alive) and "Fallecido" (Deceased) options. Callouts on the left side of the Mother section identify fields MN, MNE, MO, MS, MOP, and ME. Callouts on the right side of the Father section identify fields PA, PNE, PO, PS, POP, and PE. A "Sig" button is located at the bottom right. A yellow warning box at the bottom states: "Los campos marcados con (\*) son obligatorios." (Fields marked with (\*) are mandatory).

**Interfaz 2**

6. El usuario rellena los campos del formulario Nombre (MN), Nivel Escolar (MNE), Ocupación (MO), Salario (MS) y Organización Política (OP); para el caso de la madre. Además, verifica Nombre (PN), Nivel Escolar (PNE), Ocupación (PO), Salario (PS) y Organización Política (POP); para el caso del padre. Además, selecciona el estado de la madre y el padre (vivo o fallecido) en el campo ME y PE respectivamente. El usuario selecciona el botón Siguiente (Sig).

7. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: MN, MNE, MO, MS OP; para el caso de la madre. Además, verifica PN, PNE, PO, PS POP; para el caso del padre. De estar correctos va al siguiente paso: Ingreso (P3) (ver Interfaz 3).

**Interfaz 3**

8. El usuario rellena los campos del formulario Fecha de Matrícula (FM), Fecha de Ingreso a la ES (FIES), Fecha de Ingreso CES (FICES), Procedencia Escolar (PE), Fuente de Ingreso (FI), Nivel Escolar (NE), los datos de las evaluaciones de ingreso (EI) y los resultados de ingreso (RI). y selecciona el botón Siguiente (Sig).

9. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: FM, FIES, FICES, PE, FI y NE. De ser correctos va al siguiente paso Docentes (P4), (ver Interfaz 4).

**Interfaz 4**

10. El usuario rellena los campos del formulario Facultad (F), Carrera (C), Plan de Estudio (PE), CUM (CUM) y selecciona el botón Siguiente (Sig).

11. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: Facultad (F), Carrera (C) y Plan de Estudio (PE) (El estado del Estudiante no es modificable). De todo estar correcto va al siguiente paso: Laborales (P5) (ver Interfaz 5).

**Nueva Matricula**

94091027302

Personales | Padres o Tutores | Ingreso | Docentes | **Laborales** | Militares | Confirmación

Datos laborales de Estudiante

**Habilitar** HD

CT Centro de Trabajo

T Teléfono

P (Seleccione un Provincia)

M (Seleccione un Municipio)

S 0.00

Dirección \*

Ocupación \*

Organismo \*

Sindicato \*

Jefe Inmediato \*

D

O

Org

Sin

Jl

Ant Anterior

Sig Sig

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interfaz 5**

<p>12. En caso de tener datos laborales el usuario habilita el campo Estado (HD).</p>	<p>13. El sistema habilita los campos del formulario (anteriormente se encontraban deshabilitados).</p>
<p>14. El usuario rellena los datos del formulario: Teléfono (T), Provincia (P), Municipio (M), Salario (S), Dirección (D), Ocupación (O), Organismo (Org), Sindicato (Sin) y Jefe Inmediato (JI). Selecciona el botón Siguiente (Sig).</p>	<p>15. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: T, P, M, S, D, O, Org, Sin y JI. De encontrarse correctos va al siguiente paso: Militares (P6) (ver Interfaz 6).</p>

**Nueva Matricula**

Identificación

Personales | Padres o Tutores | Ingreso | Docentes | Laborales | **Militares** | Confirmación

Datos Militares de Estudiante

**Habilitar** HM

FL 05/19/2019

TL (Seleccione un Tipo de Militar)

EM (Seleccione una Especialidad Militar)

GM (Seleccione un Grado Militar)

Ant Anterior

Sig Sig

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interfaz 6**

<p>16. En caso de tener datos militares el usuario habilita el campo Estado (HM).</p>	<p>17. El sistema habilita los campos del formulario (anteriormente se encontraban deshabilitados).</p>
<p>18. El usuario rellena los datos del formulario: Fecha de Licenciamiento (FL), Especialidad Militar (EM), Tipo de Militar (TP) y Grado Militar (GM) y selecciona el botón Siguiente (Sig).</p>	<p>19. El sistema verifica el relleno de los campos obligatorios: FL, EM, TP y GM. De ser correctos el sistema muestra el siguiente paso de formularios: Confirmación (P7) (ver Interfaz 7).</p>

**Nueva Matriculación**

Identificación

Personales Padres o Tutores Ingreso Docentes Laborales Militares **Confirmación**

**M**

---

**Personales**

<b>Identificación:</b> 96051025304	<b>Natalicio:</b> 10/05/1996	<b>Cantidad de Hijos:</b> 0
<b>Nombre:</b> Lucia	<b>Primer Apellido:</b> Fernández	<b>Segundo Apellido:</b> Martínez
<b>Sexo:</b> Femenino	<b>Color de Piel:</b> Blanco	<b>Teléfono:</b> 56-04-25-16
<b>Org. Política:</b> Ninguna	<b>Huérfano:</b> Ninguno	<b>Natural de:</b> San José de las Lajas
<b>Dirección:</b> Calle 21 #4504 e/ 40 y 35	<b>Estado Civil:</b> Soltero (a)	<b>Correo:</b>
<b>País:</b> Cuba	<b>Provincia:</b> Mayabeque	<b>Municipio:</b> SAN JOSE DE LAS LAJAS

---

**Padres o Tutores**

<b>Madre o Tutora</b>	<b>Nivel Escolar:</b> Media Superior	<b>Ocupación:</b> Cuentapropista
<b>Nombre:</b> Lucia	<b>Org. Política:</b> Ninguna	<b>Madre Fallecida:</b> No
<b>Salario:</b> 1200,0		
<b>Padre o Tutor</b>	<b>Nivel Escolar:</b> Superior	<b>Ocupación:</b> Profesional
<b>Nombre:</b> José	<b>Org. Política:</b> Ninguna	<b>Padre Fallecida:</b> No
<b>Salario:</b> 3500,0		

---

**Ingreso**

<b>Fecha Matriculación:</b> 19/05/2019	<b>Fecha Ingreso ES:</b> 19/05/2019	<b>Fecha Ingreso CES:</b> 19/05/2019
<b>Procedencia Escolar:</b> Preuniversitario	<b>Fuente de Ingreso:</b> Preuniversitario	<b>Nivel Escolar:</b> Media Superior

---

**Docentes**

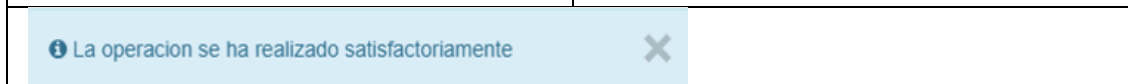
<b>Facultad:</b> Ciencias Técnicas	<b>CUM:</b>	<b>Carrera:</b> Ingeniería Informática
<b>Estado de Estudiante:</b> Nueva Matriculación	<b>Plan Estudio:</b> D	

Ant ← Anterior  **M**

⚠ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

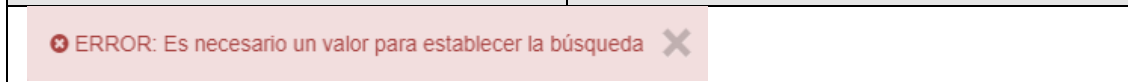
**Interfaz 7**

20. El usuario verifica que los datos sean correctos y para culminar la matrícula y selecciona el botón Matricular (M).	21. El sistema almacena los datos del nuevo estudiante en la base de datos y muestra un mensaje indicando el resultado de la operación (ver Interfaz 8).
---	--



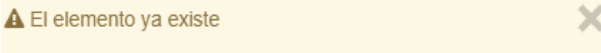
**Interfaz 8**

Flujos Alternos	Acción del Actor	Respuesta del Sistema
-----------------	------------------	-----------------------



**Interfaz 9**

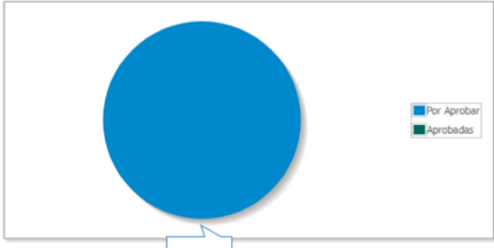
	4.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.
	7.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.
	9.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.
	11.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.

	15.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.
	19.1 El sistema detecta que existen campos mal llenados. Resalta en color rojo los campos con error.
	21.1 El sistema detecta que ya existe un estudiante con esos datos y muestra un mensaje indicando lo sucedido (ver Interfaz 10).
	
<b>Interfaz 10</b>	

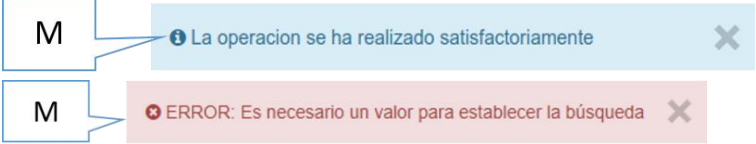
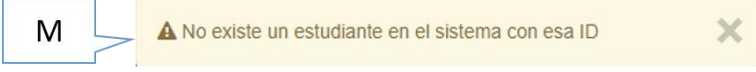
**Tabla 5: Descripción del Caso de Uso Matrícula Responsable**

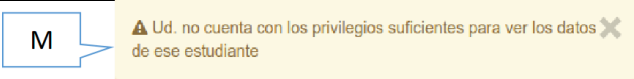
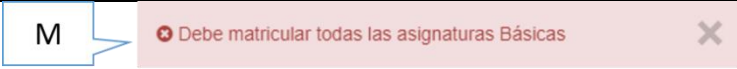
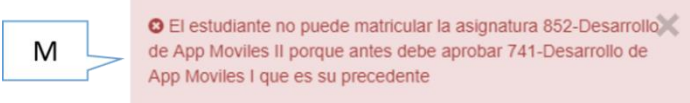
<b>Caso de Uso:</b>	<b>Matrícula Responsable</b>
<b>Actores:</b>	Secretaria
<b>Propósito</b>	Matricular las asignaturas que el estudiante cursará durante el momento actual.
<b>Resumen:</b>	El caso de uso se inicia cuando la secretaria se dispone a matricular las asignaturas que el estudiante solicita para cursar en el momento en curso. En caso de ser la primera matrícula del estudiante deberán matricular todas las asignaturas básicas y además se podrán matricular otras asignaturas. En el caso de no ser la primera matrícula y haber suspendido alguna asignatura básica sólo se podrán matricular la/las asignaturas básicas que no hayan sido aprobadas. En otro caso se podrán matricular todas las asignaturas que desee el estudiante. Será necesario siempre respetar la precedencia existente entre las asignaturas.
<b>Responsabilidades</b>	RF 46
<b>Precondiciones</b>	La secretaria deberá encontrarse autenticada en el sistema y poseer los permisos necesarios para realizar modificaciones en el estudiante (tener permisos sobre el área donde se encuentra el estudiante).
<b>Flujo Normal de Eventos</b>	
<b>Acción del Actor</b>	<b>Respuesta del Sistema</b>
1. El usuario selecciona la opción Realizar Matrícula Responsable ubicada en el submenú Matrícula de la barra de navegación.	2. El sistema muestra la página Matrícula Responsable (Ver Interfaz 11).

<p>Matrícula Responsable</p> <p style="text-align: right;">ID Identificación</p>	
<p><b>Interfaz 11</b></p>	
<p>3. El usuario rellena el campo Identificación (ID) con la identificación del estudiante que realizará la matrícula responsable.</p>	<p>4. El sistema verifica el relleno del campo ID, la existencia del estudiante y los permisos del usuario sobre el área a la que pertenece el estudiante. Muestra el nombre del estudiante (N), las asignaturas que pueden ser matriculadas (APM) y las seleccionadas para esta matrícula responsable (AM). En el caso de ser la primera matrícula del estudiante por defecto el sistema seleccionará a ser matriculadas todas las asignaturas básicas. Además crea un gráfico de pastel (G) correspondiente a la cantidad de asignaturas aprobadas y la cantidad de asignaturas por aprobar (ver Interfaz 12).</p>

<p>Matrícula Responsable</p> <p style="text-align: right;">94091027302</p>	
<p style="text-align: center;">N</p> <p style="text-align: center;">Seleccionar las asignaturas que serán matriculadas en el próximo momento por Gabriel Alberto Pérez Guerra</p>	
<p style="text-align: center;">APM</p> <p>Asignaturas por matricular</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 741 -&gt; Desarrollo de App Mviles I</li> <li><input type="checkbox"/> 852 -&gt; Desarrollo de App Mviles II</li> </ul>	<p style="text-align: center;">AM</p> <p>Asignaturas matriculadas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 123 -&gt; Matemática</li> <li><input type="checkbox"/> 456 -&gt; Español</li> <li><input type="checkbox"/> 789 -&gt; Historia</li> </ul>
<p>O</p> <p>→</p> <p>⇌</p> <p>←</p> <p>⇌</p>	
<p>Asignaturas Aprobadas vs Asignaturas por Aprobar</p>  <p style="text-align: right;">■ Por Aprobar ■ Aprobadas</p>	
<p>A</p> <p>Actualizar</p>	<p>G</p>
<p><b>Interfaz 12</b></p>	

<p>5. El usuario selecciona las asignaturas que el estudiante desea que sean matriculadas utilizando el componente picklist (componente que permite entre dos listas enviar elementos de una a otra mediante un grupo de operaciones). En el grupo de la izquierda (APM) se encuentran las asignaturas disponibles y en la derecha (AM) las que han sido seleccionadas para matricular. En el centro de ambas listas se encuentran las operaciones disponibles:</p>	<p>6. El sistema moverá los elementos seleccionados entre ambas listas de acuerdo a las opciones seleccionadas por el usuario.</p>
---	--

<p>matricular las asignaturas disponibles que han sido seleccionadas, matricular todas las asignaturas disponibles, desmatricular las asignaturas que han sido seleccionadas para matricular y desmatricular todas las asignaturas que iban a ser matriculadas.</p>	
<p>7. Luego de realizados los movimientos de asignaturas necesarios el usuario presiona el botón Actualizar para aceptar las operaciones.</p>	<p>8. El sistema verifica que no existen problemas con las asignaturas seleccionadas para matricular (se respetó la precedencia y que no existen asignaturas básicas aún sin matricular) y muestra un mensaje indicando el resultado de la operación (ver Interfaz 13).</p>
<p><b>Interfaz 13</b></p>	
<p><b>Flujos Alternos</b></p>	
<p><b>Acción del Actor</b></p>	<p><b>Respuesta del Sistema</b></p>
	<p>4.1 El sistema detecta que no se ha introducido un valor para el campo ID. Muestra un mensaje indicando el error (ver Interfaz 14).</p>
 <p><b>Interfaz 14</b></p>	
	<p>4.2 El sistema detecta que el estudiante que ha sido introducido en el campo ID, no existe. Muestra un mensaje indicando el error (ver Interfaz 15).</p>
 <p><b>Interfaz 15</b></p>	
	<p>4.3 El sistema detecta que el usuario no cuenta con los privilegios suficientes para modificar los datos del estudiante, el sistema mostrará un mensaje indicando el error (ver Interfaz 16).</p>

	
<b>Interfaz 16</b>	
	8.1 En el caso de que existan asignaturas básicas por matricular, el sistema mostrará un mensaje indicando el error y refrescará el formulario devolviéndolo a su estado original (ver Interfaz 17).
	
<b>Interfaz 17</b>	
	8.2 En el caso de que se haya seleccionado para matricular una asignatura que tenga al menos una asignatura precedente sin vencer, el sistema mostrará un mensaje de error y refrescará el formulario devolviéndolo a su estado original (ver Interfaz 18).
	
<b>Interfaz 18</b>	

**Table 4: Description of the Student Enrollment Use Case**

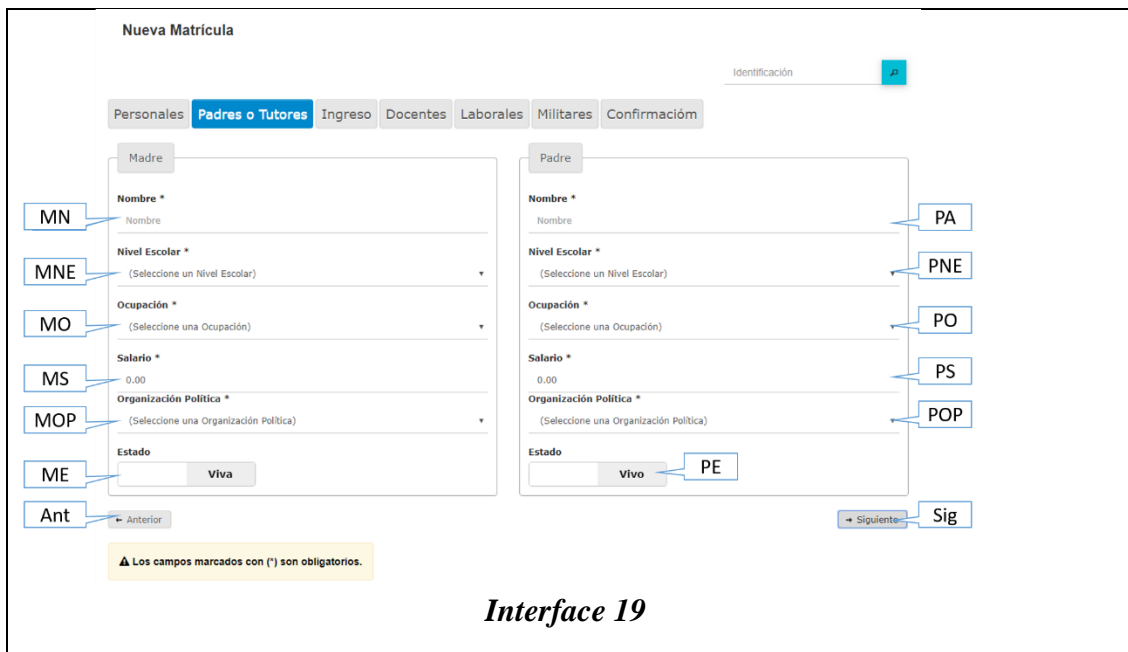
<b>Case of use:</b>	<b>Enroll Student</b>
<b>Actors:</b>	Registrar-Secretary
<b>Purpose</b>	Register a student for higher education and store all their data in the system.
<b>Summary:</b>	The use case starts when the Registrar-Secretary is about to register a new student. To do this, fill out a series of forms with the student's data and at the end there will be a new student with the New Enrollment status in the system.
<b>Responsibilities</b>	RF 3
<b>Preconditions</b>	The Registrar-Secretary is authenticated. There is at least one Sex, Skin Color, Political Organization, Orphan, Marital Status, Country (in the case of Cuba it will also be necessary Province and Municipality), School Level, Occupation, School Origin, Source of Income, School Level and State of Student in the database. In addition, there must be at least one college, a career associated with the college, a study plan associated with the career, and an active course.
<b>Normal Flow of Events</b>	
<b>Actor's Action</b>	<b>System response</b>



<p>1. The user selects the Enroll option located in the Enrollment submenu of the navigation bar.</p>	<p>2. The system displays the New Registration page (see Interface 1)</p>
---	---

**Interface 1**

<p>3. The user fills in the fields of the form Identification (ID), Birthdate (Na), Name (No), First Surname (Pa), Second Surname (Sa), Sex (S), Skin Color (CP), Telephone ( T), Mail (C), Political Organization (OP), Orphan (H), Natural of (N), Address (D), Marital Status (EC), Country (P), Province (Prov) and Municipality (M) . Select the Next button (Next).</p>	<p>4. The system verifies the completion of the mandatory fields: ID, Na, No, Pa, Sa, S, CP, OP, H, N, D, EC, P (In the case of having selected Cuba, the Prov and M fields they are mandatory). If correct, go to the next step: Parents and Guardians (P2), (see Interface 2).</p>
---	--



6. The user fills in the fields of the Name (MN), School Level (MNE), Occupation (MO), Salary (MS) and Political Organization (OP) form; for the mother's case. In addition, it verifies Name (PN), School Level (PNE), Occupation (PO), Salary (PS) and Political Organization (POP); for the father's case. Also, select the status of the mother and father (alive or deceased) in the ME and PE fields respectively. The user selects the Next button (Next).

7. The system verifies the completion of the mandatory fields: MN, MNE, MO, MS OP; for the mother's case. Also, check PN, PNE, PO, PS POP; for the father's case. If they are correct, it goes to the next step: Login (P3) (see Interface 3).

**Nueva Matriculación**

Identificación

Personales | Padres o Tutores | **Ingreso** | Docentes | Laborales | Militares | Confirmación

Fecha de Matriculación \* **FM** 05/18/2019

Fecha de Ingreso ES \* **FIES** 05/18/2019

Fecha de Ingreso CES \* **FICES** 05/18/2019

Procedencia Escolar \* **PE** (Seleccione una Procedencia Escolar) ▼

Fuente de Ingreso \* **FI** (Seleccione una Fuente de Ingreso) ▼

Nivel Escolar \* **NE** (Seleccione un Nivel Escolar) ▼

**EI** Evaluaciones de Ingreso

Asignatura	Nota
Español <b>EE</b>	0.0
Historia <b>EH</b>	0.0
Matemática <b>EM</b>	0.0

**RI** Resultados de Ingreso

Índice Académico **RIIA** 0.0

Escalafo Ingreso  -  0

Forma de Obtención de Carrera **RIFO**  -  1

Carrera obtenida en la opción **RIO**

**Ant** ← Anterior   Sig **Sig**

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interface 20**

8. The user fills in the fields of the form Date of Enrollment (FM), Date of Entry to the ES (FIES), Date of Entry CES (FICES), School Origin (PE), Source of Income (FI), School Level (NE), data from entrance evaluations (EI) and entrance results (RI). and select the Next button (Next).

9. The system verifies the completion of the mandatory fields: FM, FIES, FICES, PE, FI and NE. If they are correct, go to the next step Teachers (P4), (see Interface 4).

**Nueva Matriculación**

Identificación

Personales | Padres o Tutores | Ingreso | **Docentes** | Laborales | Militares | Confirmación

Facultad \* **F** (Seleccione una Facultad) ▼

CUM (Seleccione un CUM) **CUM**

Carrera \* **C** (Seleccione una Carrera) ▼

Estado del Estudiante \* **EE** Nueva Matriculación

Plan de Estudio \* **PE** (Seleccione un Plan de Estudio) ▼

**Ant** ← Anterior   Sig **Sig**

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interface 21**

10. The user fills in the fields of the form Faculty (F), Career (C), Study Plan (PE), CUM (CUM) and selects the Next button (Next).

11. The system verifies the completion of the mandatory fields: Faculty (F), Career (C) and Study Plan (PE) (The status of the Student is not modifiable). Of everything being correct goes to the next step: Labor (P5) (see Interface 5).

94091027302

Personales | Padres o Tutores | Ingreso | Docentes | **Laborales** | Militares | Confirmación

Datos laborales de Estudiante

**Habilitar** HD

**CT** Centro de Trabajo **D**

**T** Teléfono **O**

**P** Provincia \* (Seleccione un Provincia) **Org**

**M** Municipio \* (Seleccione un Municipio) **Sin**

**S** Salario \* 0.00 **Jl**

**Dirección \*** **D**

**Ocupación \*** (Seleccione una Ocupación) **O**

**Organismo \*** (Seleccione un Organismo) **Org**

**Sindicato \*** (Seleccione un Sindicato) **Sin**

**Jefe Inmediato \*** **Jl**

**Jefe Inmediato** **Jl**

**Ant** ← Anterior → Siguiente **Sig**

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interface 22**

<p>12. En caso de tener datos laborales el usuario habilita el campo Estado (HD).</p>	<p>13. El sistema habilita los campos del formulario (anteriormente se encontraban deshabilitados).</p>
<p>14. The user fills in the form data: Telephone (T), Province (P), Municipality (M), Salary (S), Address (D), Occupation (O), Organization (Org), Union (Without) and Immediate Chief (JI). Select the Next button (Next).</p>	<p>15. The system verifies the completion of the mandatory fields: T, P, M, S, D, O, Org, Sin and JI. If correct, it goes to the next step: Military (P6) (see Interface 6).</p>

Identificación

Personales | Padres o Tutores | Ingreso | Docentes | Laborales | **Militares** | Confirmación

Datos Militares de Estudiante

**Habilitar** HM

**FL** Fecha de licenciamiento \* 05/19/2019 **EM**

**TL** Tipo de Militar \* (Seleccione un Tipo de Militar) **GM**

**Especialidad Militar \*** (Seleccione una Especialidad Militar) **EM**

**Grado Militar \*** (Seleccione un Grado Militar) **GM**

**Ant** ← Anterior → Siguiente **Sig**

▲ Los campos marcados con (\*) son obligatorios.

**Interface 23**

<p>16. In case of having military data, the user enables the State field (HM).</p>	<p>17. The system enables the form fields (previously they were disabled).</p>
<p>18. The user fills in the data in the form: Date of Discharge (FL), Military Specialty (EM), Type of Military (TP) and Military Grade (GM) and selects the Next button (Next).</p>	<p>19. The system verifies the completion of the mandatory fields: FL, EM, TP and GM. If correct, the system shows the following form step: Confirmation (P7) (see Interface 7).</p>

**Interface 24**

<p>20. The user verifies that the data is correct and to complete the registration and selects the Enroll button (M).</p>	<p>21. The system stores the new student's data in the database and displays a message indicating the result of the operation (see Interface 8).</p>
---	--

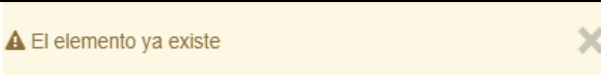
**Interface 25**

**Alternate Flows**


Actor's Action	System response

**Interface 26**

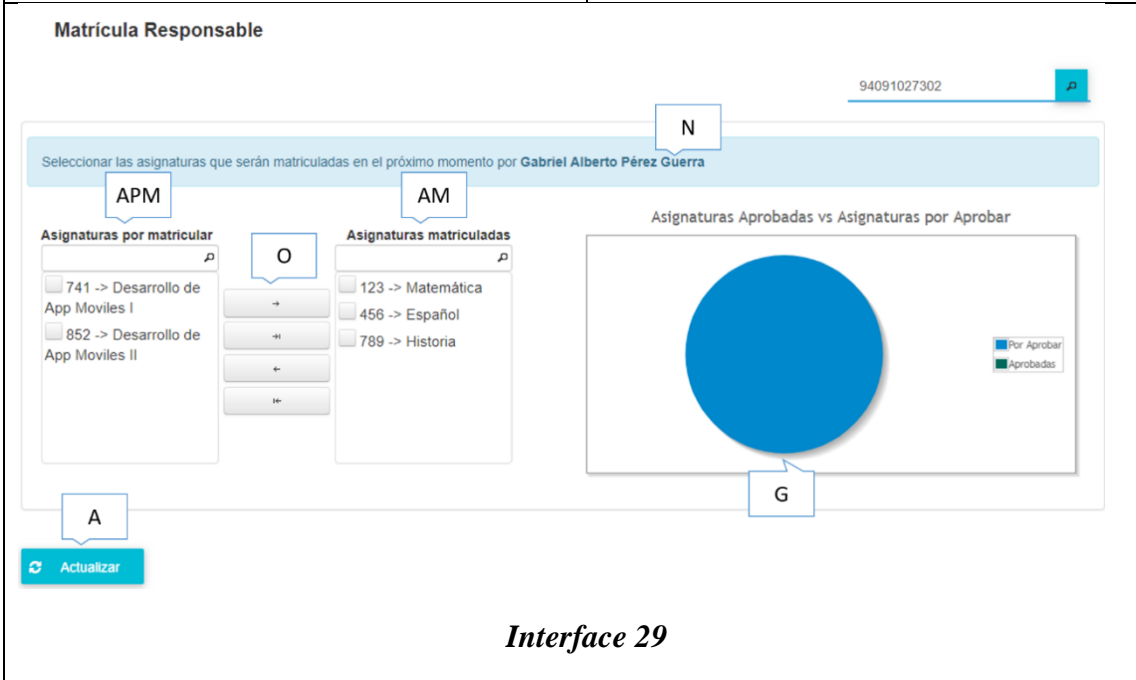
	<p>4.1 The system detects that there are incorrectly filled fields. Highlight fields with error in red.</p>
	<p>7.1 The system detects that there are incorrectly filled fields. Highlight fields with error in red.</p>
	<p>9.1 The system detects that there are incorrectly filled fields. Highlight fields with error in red.</p>
	<p>11.1 The system detects that there are badly filled fields. Highlight fields with error in red.</p>

	15.1 The system detects that there are incorrectly filled fields. Highlight fields with error in red.
	19.1 The system detects that there are incorrectly filled fields. Highlight fields with error in red.
	21.1 The system detects that there is already a student with this data and displays a message indicating what happened (see Interface 10).
 <p><i>Interface 27</i></p>	

**Table 5: Description of the Responsible Enrollment Use Case**

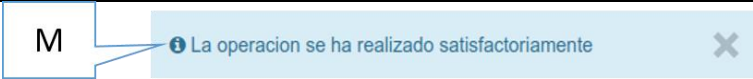
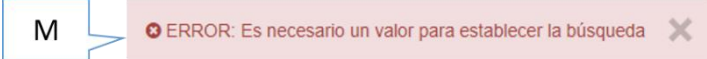
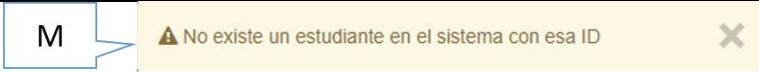
<b>Case of use:</b>	<b>Responsible Enrollment</b>	
<b>Actors:</b>	Secretary	
<b>Purpose</b>	Enroll the subjects that the student will take during the current moment.	
<b>Resume</b>	The use case begins when the secretary is ready to enroll the subjects that the student requests to take at the current time. If it is the student's first enrollment, they must enroll in all the basic subjects and other subjects may also be enrolled. In the case of not being the first enrollment and having failed a basic subject, only the basic subjects that have not been approved may be enrolled. Otherwise, all the subjects that the student wants may be enrolled. It will always be necessary to respect the precedence between the subjects.	
<b>Responsibilities</b>	RF 46	
<b>Preconditions</b>	The secretary must be authenticated in the system and possess the necessary permissions to make modifications to the student (have permissions on the area where the student is).	
<b>Normal Flow of Events</b>		
<b>Actor's Action</b>	<b>System response</b>	
1. The user selects the option Make Responsible Enrollment located in the Enrollment submenu of the navigation bar. Of the System	2. The system displays the Responsible Registration page (See Interface 11).	
 <p><i>Interface 28</i></p>		
3. The user fills in the Identification (ID) field with the identification of the student	4. The system verifies the filling of the ID field, the existence of the student and the user's permissions on the area to	

<p>who will carry out the responsible enrollment.</p>	<p>which the student belongs. It shows the name of the student (N), the subjects that can be enrolled (APM) and those selected for this responsible enrollment (AM). In the case of being the first enrollment of the student by default, the system will select all the basic subjects to be enrolled. It also creates a pie chart (G) corresponding to the number of subjects passed and the number of subjects to pass (see Interface 12).</p>
---	---

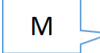
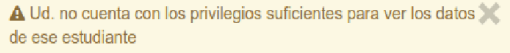



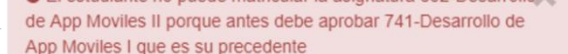


*Interface 29*

<p>5. The user selects the subjects that the student wants to be enrolled using the picklist component (component that allows two lists to send elements from one to the other through a group of operations). In the group on the left (APM) are the available subjects and on the right (AM) those that have been selected for enrollment. At the center of both lists are the available operations: enroll the available subjects that have been selected, enroll all the available subjects, de-enroll the subjects that have been selected to enroll, and de-enroll all the subjects that were to be enrolled.</p>	<p>6. The system will move the selected items between both lists according to the options selected by the user.</p>
<p>7. After completing the necessary subject movements, the user presses the Update button to accept the operations.</p>	<p>8. The system verifies that there are no problems with the subjects selected for enrollment (precedence was respected and that there are no basic subjects yet to be enrolled) and displays a message</p>

	indicating the result of the operation (see Interface 13).
 <p style="text-align: center;"><i>Interface 30</i></p>	
<b>Alternate Flows</b>	
<b>Actor's Action</b>	<b>System response</b>
 <p style="text-align: center;"><i>Interface 31</i></p>	
	4.2 The system detects that the student who has been entered in the ID field does not exist. Displays a message indicating the error (see Interface 15).
 <p style="text-align: center;"><i>Interface 32</i></p>	
	4.3 The system detects that the user does not have sufficient privileges to modify the student's data, the system will display a message indicating the error (see Interface 16).



 M	
<b>Interface 33</b>	
	8.1 In the event that there are basic subjects to enroll, the system will display a message indicating the error and will refresh the form, returning it to its original state (see Interface 17).
 M	
<b>Interface 34</b>	
	8.2 In the event that a subject that has at least one preceding subject without expiring has been selected to enroll, the system will display an error message and refresh the form, returning it to its original state (see Interface 18).
 M	
<b>Interface 35</b>	

## Diseño e Implementación

### *Puntualizaciones de la Descripción*

En el sistema se proponen un conjunto de roles y permisos (que serán explicados a detalle en el epígrafe Roles y Permisos) los cuales serán asignados a los usuarios y a partir de los cuales se delimitarán el acceso y las funciones de los mismos.

El sistema permitirá hacer una búsqueda por carnet de identidad que devolverá los datos de la última matrícula del estudiante.

Un usuario solo podrá ver los datos de los estudiantes de las áreas a las que tenga autorización.

En el formulario de nueva matrícula al introducir el CI el campo de la fecha de nacimiento se actualiza automáticamente. Si el país seleccionado es Cuba los campos provincia y municipio son obligatorios. Las fechas de matrícula, fecha de ingreso al CES y fecha de ingreso a la ES por defecto toman la fecha actual, pero pueden ser modificadas. Si se declara que el estudiante tiene datos laborales o militares estos serán de llenado obligatorio. En el Cierre de Matrícula es cuando el estado del estudiante cambia de “Nueva

## Design and Implementation

### **Remarks of the Description**

In the system, a set of roles and permissions are proposed (which will be explained in detail in the section roles and permissions) which will be assigned to users and from which their access and functions will be delimited.

The system will allow a search by identity card that will return the data of the student's last registration. A user will only be able to see the data of the students of the areas to which they have authorization.

In the new registration form, when entering the CI, the field of the date of birth is automatically updated. If the selected country is Cuba, the province and municipality fields are mandatory. The enrollment dates, date of entry to CES and date of entry to ES by default take the current date, but can be modified. If it is declared that the student has employment or military data, these will be mandatory. At the Enrollment Closing is when the student's status changes from “New Enrollment” to “Active” and

Matrícula” a “Activo” y a partir de ahí es que se puede realizar la matrícula responsable.

En la Matrícula Responsable, cuando la secretaria va a matricular el primer momento de la carrera de un estudiante el sistema automáticamente le muestra las asignaturas básicas seleccionadas por defecto a ser matriculadas (en caso de desmatricularlas el sistema le indicará que existen asignaturas básicas por matricular e impedirá proceder a la matrícula responsable), siendo posible matricular además otras asignaturas, en cambio si no es el primer momento y el estudiante tiene alguna asignatura de las catalogadas como básicas suspensas le mostrará solo estas para matricular. No se podrá matricular una asignatura que tenga como precedentes alguna asignatura que no haya sido aprobada por el estudiante. El sistema mostrará un gráfico de pastel representando la totalidad de asignaturas del plan de estudio, divididas en la cantidad de asignaturas aprobadas y la cantidad de asignaturas por aprobar.

Para promover a un estudiante este debe tener todas las asignaturas del plan de estudio aprobadas y estar activo en el sistema.

Para dar baja a un estudiante este debe tener como estado Activo o Nueva Matrícula en alguna carrera.

Cuando se revoca una baja o una promoción, el estudiante es ubicado en la última carrera en la que matriculó y mantiene todos los datos que tenía antes de realizar la baja. En el caso de realizar la matrícula de un estudiante que tiene como estado Baja o Egresado, este pasará al estado Nueva Matrícula.

### ***Roles y Permisos***

En la actualidad es necesario para todo tipo de sistemas informáticos mantener un control estricto del personal con acceso a su información. El desarrollo web posibilita que un sitio sea visualizado desde cualquier ordenador, permitiendo a todas las personas navegar libremente por las funcionalidades que brinda. Por lo general surge la problemática de que existen funciones que no son de libre acceso (publicar informaciones, modificar datos o configuraciones) y es necesario restringir la entrada a los mismos.

Una de las formas más utilizadas para dar solución a esta problemática es mediante el uso de Login, que

from then on, responsible enrollment can be carried out.

In the Responsible Enrollment, when the secretary is going to enroll the first moment of a student's career, the system automatically shows the basic subjects selected by default to be enrolled (in case of de-enrollment, the system will indicate that there are basic subjects to enroll and it will prevent proceeding to responsible enrollment), being possible to enroll in other subjects as well, on the other hand, if it is not the first moment and the student has a subject cataloged as basic failures, it will show only these to enroll. A subject that has as a precedent a subject that has not been approved by the student may not be enrolled. The system will show a pie chart representing all the subjects in the study plan, divided into the number of subjects passed and the number of subjects to pass.

In order to promote a student, they must have all approved subjects in the study plan and be active in the system.

To withdraw a student, he must have an Active or New Enrollment status in a career.

When a withdrawal or promotion is revoked, the student is placed in the last race in which he enrolled and keeps all the data he had before making the withdrawal. In the case of registering a student whose status is Low or Graduated, this will go to New Registration status.

### **Roles and Permissions**

Currently it is necessary for all types of computer systems to maintain strict control of the personnel with access to your information. Web development makes it possible for a site to be viewed from any computer, allowing everyone to freely browse the functionalities it provides. In general, the problem arises that there are functions that are not freely accessible (publishing information, modifying data or settings) and it is necessary to restrict access to them.

consiste en un formulario a ser llenado por el usuario con sus datos personales, también llamados credenciales (por lo general: nombre de usuario y contraseña) y que es verificado por el sistema contra una base de datos local o remota. En dependencia del resultado de la verificación se le da o no acceso a las funcionalidades del sistema que se encuentren protegidas.

Para los sistemas actuales no solo basta con tener una combinación de usuario y contraseña válida, sino que a cada usuario se le asignan uno o más roles. Un rol determina los privilegios que tendrán los usuarios en el sistema (lo cual convierte a los roles en una forma de agrupar a los usuarios). Por ejemplo, en un sistema donde existen los roles Usuario y Administrador: el Administrador podrá ser capaz de realizar las configuraciones del sitio y modificar la información, mientras que el Usuario, sólo podrá visualizarla sin modificarla.

Un usuario puede tener uno o más roles, lo cual permite que una sola persona pueda realizar varias funciones en el sitio. Los roles de un usuario pueden ser modificables: o sea, un usuario puede contar con el rol Administrador y Usuario en un momento dado y posteriormente sólo tener el rol Usuario sin perder la identidad, solo que a partir de ese momento perderá los privilegios provenientes del rol Administrador.

Un manejo adecuado de roles impide a los usuarios acceder a funcionalidades que no le son asignadas. Los servidores web actuales cuentan con mecanismos para capturar los mensajes durante el proceso de intento de acceso. Dichos mensajes son mostrados a los usuarios mediante una página que le indicará lo sucedido. Los mensajes más frecuentes son los siguientes:

**401 Unauthorized:** Es necesario autenticar para obtener la respuesta solicitada. Es similar a 403, pero en este caso, aún no se han enviado las credenciales.

**403 Forbidden:** El cliente no posee los permisos necesarios para cierto contenido, por lo que el servidor está rechazando otorgar una respuesta apropiada.

**404 Not Found:** El servidor no pudo encontrar el contenido solicitado. Este código de respuesta es uno de los más famosos dada su alta ocurrencia en la web.

One of the most used ways to solve this problem is through the use of Login, which consists of a form to be filled out by the user with their personal data, also called credentials (usually: username and password) and which is verified by the system against a local or remote database. Depending on the result of the verification, you are given or not access to the functionalities of the system that are protected.

For today's systems, not only is it enough to have a valid username and password combination, but each user is assigned one or more roles. A role determines the privileges that users will have in the system (which makes roles a way of grouping users). For example, in a system where the roles User and Administrator exist: the Administrator may be able to configure the site and modify the information, while the User can only view it without modifying it. A user can have one or more roles, allowing a single person to perform multiple functions on the site.

The roles of a user can be modifiable: that is, a user can have the Administrator and User roles at a given moment and later only have the User role without losing their identity only that from that moment on they will lose the privileges from the Administrator role.

Proper role management prevents users from accessing functionalities that are not assigned to them. Current web servers have mechanisms to capture messages during the access attempt process. These messages are shown to users through a page that will indicate what happened. The most frequent messages are the following:

• **401 Unauthorized:** It is necessary to authenticate to get the requested response. It is similar to 403, but in this case, the credentials have not yet been sent.

• **403 Forbidden:** The client does not have the necessary permissions for certain content, so the server is refusing to grant an appropriate response.

• **404 Not Found:** The server could not find the requested content. This response code is one of the most famous given its high occurrence on the web.

• **500 Internal Server Error:** The server has encountered a situation that it does not know how to

**500 Internal Server Error:** El servidor ha encontrado una situación que no sabe cómo manejarla. Ocurre cuando el servidor lanza excepciones críticas (de maquetado fundamentalmente) (Mozilla, 2019).

En el sistema propuesto se tiene además de los roles anteriormente descritos, permisos. Teniendo en cuenta que los roles determinan el acceso a las páginas, los permisos determinan qué información podrá ver o modificar un usuario. Por ejemplo, un usuario cuyo rol es Secretaria y cuyos permisos son Facultad Ciencias Técnicas no podrá modificar los datos de un estudiante que se encuentre en la Facultad Ciencias Sociales y Humanísticas. Por lo tanto, los permisos se pueden ver como el acceso a los datos de cada una de las áreas docentes de la universidad asignadas (Facultades y CUM).

Los roles definidos en el sistema son los siguientes:

**ROLE\_ADMIN:** Tiene acceso solo a las opciones de administración; nomencladores, datos de la universidad, Facultades, CUM, entre otros. Además, puede gestionar los datos referentes al curso.

**ROLE\_MATRICULADOR:** Tiene acceso solo a realizar las matrículas de los nuevos estudiantes.

**ROLE\_SECRETARIA:** Tiene acceso a realizar las matrículas de los estudiantes, el cierre de matrícula, evaluar a los estudiantes, realizar los trámites de baja y de promoción, así como revocarlos, además es el encargado de realizar las matrículas responsables de los estudiantes. Por lo general es ocupado por las Secretarias Docentes de las Facultades.

**ROLE\_SECRETARIO\_GENERAL:** Cumple la función del Secretario General de una universidad, teniendo las posibilidades de iniciar un nuevo curso, cerrar la matrícula, así como editar los datos de la universidad, Facultades, CUM, carreras y las matrículas activas.

**ROLE\_CONTROLADOR:** Conocido como el Controlador de Planes de Estudio es el encargado fundamentalmente de modificar los datos de los planes de estudio (por lo general son los Vicedecanos de las Facultades), así como editar los datos de las carreras, abrir las nuevas matrículas y determinar qué

handle. It occurs when the server throws critical exceptions (mainly of layout) (Mozilla, 2019).

In the proposed system, in addition to the previously described roles, you have permissions. Taking into account that roles determine access to pages, permissions determine what information a user can view or modify. For example, a user whose role is Secretary and whose permissions are Faculty of Technical Sciences will not be able to modify the data of a student who is in the Faculty of Social and Humanistic Sciences. Therefore, the permissions can be seen as access to the data of each of the assigned teaching areas of the university (Faculties and CUM).

The roles defined in the system are the following:

- **ROLE\_ADMIN:** Has access only to administration options; nomenclators, university data, Faculties, CUM, among others. In addition, you can manage the data regarding the course.

- **ROLE\_MATRICULADOR:** You have access only to register new students.

- **ROLE\_SECRETARIA:** Has access to register the students, close the registration, evaluate the students, carry out the withdrawal and promotion procedures, as well as revoke them, and is also in charge of making the responsible registrations of the students. It is usually occupied by the Faculties Teaching Secretaries.

- **ROLE\_SECRETARIO\_GENERAL:** Fulfills the function of the Secretary General of a university, having the possibility of starting a new course, closing the enrollment, as well as editing the data of the university, Faculties, CUM, careers and active enrollments.

- **ROLE\_CONTROLADOR:** Known as the Curriculum Controller, it is fundamentally in charge of modifying the data of the study plans (generally they are the Vice-deans of the Faculties), as well as editing the data of the careers, opening the new

carreras de su facultad se encontrarán en algunos de los CUM.

En el sistema propuesto, la seguridad se encuentra proporcionada por Spring Security (v 4.0) descrita en el epígrafe **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Se ha creado una página llamada login.xhtml, siendo la página por defecto al cargar el sitio y la única página accesible por los usuarios que no se encuentran autenticados. Como se describe en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.,** durante el proceso de autenticación, al rellenar el formulario con los datos correctos el sistema dará acceso al usuario a las funcionalidades previstas para el/los roles definidos para el mismo y solo se mostrarán los enlaces a los que tiene acceso. De intentar acceder a una página donde los roles definidos no tienen privilegio se mostrará una página con el mensaje de error del servidor 403.

La configuración de Spring Security se encuentra en el fichero applicationContext.xml, que es incluido en el sitio a partir de la configuración del fichero web.xml (donde se define la configuración básica de inicio del sistema). La

Figura 4 representa la configuración realizada:

enrollments and determine which majors from your faculty will be found in some of the CUMs.

In the proposed system, security is provided by Spring Security (v 4.0) described in the Spring Security section. A page called login.xhtml has been created, being the default page when loading the site and the only page accessible by users who are not authenticated. As described in the Annex, during the authentication process, by filling in the form with the correct data, the system will give the user access to the functionalities provided for the roles defined for them and only the links to those they have will be displayed access. Attempting to access a page where the defined roles do not have privilege will display a page with the 403 server error message.

The Spring Security configuration is found in the applicationContext.xml file, which is included in the site from the web.xml file configuration (where the basic system startup configuration is defined). Figure 4 represents the configuration made:

```

1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <!--Configuración de dependencias-->
3  <beans xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
4         xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5         xmlns:security="http://www.springframework.org/schema/security"
6         xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans
7                             http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
8                             http://www.springframework.org/schema/security
9                             http://www.springframework.org/schema/security/spring-security.xsd">
10
11     <!--Configuración de acceso por roles-->
12     <security:http auto-config='true'>
13         <!--Dirección a la que tiene acceso un usuario sin autenticarse-->
14         <security:intercept-url pattern="/login.faces"
15                                 access="IS_AUTHENTICATED_ANONYMOUSLY"/>
16         <!--Dirección a la que tiene acceso un usuario cuyo rol sea Administrador-->
17         <security:intercept-url pattern="/pages/Template.faces" access="ROLE_ADMIN"/>
18         <!--Dirección a la que tienen acceso los roles Administrador y Secretario
19             General-->
20         <security:intercept-url pattern="/pages/admin/AdminCurso.faces"
21                                 access="ROLE_ADMIN,ROLE_SECRETARIO_GENERAL"/>
22         <!--Dirección de Login (Autenticación), Indez (página de inicio) y Logout
23             (Deslogueo)-->
24         <security:form-login login-page='/login.faces'
25                             default-target-url='/pages/index.faces' always-use-default-target='true'/>
26         <security:logout logout-success-url="/login.faces"
27                             delete-cookies="JSESSIONID"/>
28     </security:http>
29
30     <!--Configuración del tipo de proveedor de credenciales de autenticación y el
31         tipo de cifrado para la contraseña-->
32     <security:authentication-manager>
33         <security:authentication-provider>
34             <security:jdbc-user-service data-source-ref="securityDataSource"/>
35             <security:password-encoder hash="sha">
36                 </security:password-encoder>
37             </security:authentication-provider>
38         </security:authentication-manager>
39
40     <!--Configuración del acceso a datos (configuración de la base de datos)-->
41     <bean id="securityDataSource"
42         class="org.springframework.jdbc.datasource.DriverManagerDataSource">
43         <property name="driverClassName" value="org.postgresql.Driver"/>
44         <property name="url" value="jdbc:postgresql://localhost:5432/SIGENU_EaD"/>
45         <property name="username" value="postgres"/>
46         <property name="password" value="postgres"/>
47     </bean>
48 </beans>

```

*Figura 4: Configuración de la seguridad del sitio con Spring Security*

**Figure 4: Setting up site security with Spring Security***Arquitectura del Sistema*

El sistema se encuentra estructurado siguiendo el modelo Cliente/Servidor, este es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Las aplicaciones Clientes realizan peticiones a una o varias aplicaciones Servidores, que deben encontrarse en ejecución para atender dichas demandas (Marini, 2012).

El modelo Cliente/Servidor permite diversificar el trabajo que realiza cada aplicación, de forma que los Clientes no se sobrecarguen, cosa que ocurriría si ellos mismos desempeñan las funciones que le son proporcionadas de forma directa y transparente. En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debidas a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema. Tanto el Cliente como el Servidor son entidades abstractas que pueden residir en la misma máquina o en máquinas diferentes (Marini, 2012).

### **La aplicación de este modelo permite:**

**Centralización del control:** Los accesos, recursos y la integridad de los datos son controlados por el servidor de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no pueda dañar el sistema. Esta centralización también facilita la tarea de poner al día datos u otros recursos (mejor que en las redes P2P).

**Escalabilidad:** Se puede aumentar la capacidad de clientes y servidores por separado. Cualquier elemento puede ser aumentado (o mejorado) en cualquier momento, o se pueden añadir nuevos nodos a la red (clientes y/o servidores).

**Fácil mantenimiento:** Al estar distribuidas las funciones y responsabilidades entre varios ordenadores independientes, es posible reemplazar, reparar, actualizar, o incluso trasladar un servidor, mientras que sus clientes no se verán afectados por ese cambio (o se afectarán mínimamente). Esta independencia de los cambios también se conoce como encapsulación.

Existen tecnologías, suficientemente desarrolladas, diseñadas para el paradigma de C/S que aseguran la

The system is structured following the Client / Server model, this is a distributed application model in which the tasks are shared between the providers of resources or services, called servers, and the applicants, called clients. Client applications make requests to one or more Server applications, which must be running to meet these demands (Marini, 2012).

The Client / Server model allows diversifying the work performed by each application, so that Clients do not become overloaded, which would happen if they themselves perform the functions that are provided directly and transparently. In this architecture, the processing capacity is distributed between the clients and the servers, although the organizational advantages are more important due to the centralization of information management and the separation of responsibilities, which facilitates and clarifies the design of the system. . Both the Client and the Server are abstract entities that can reside on the same machine or on different machines (Marini, 2012).

### **The application of this model allows:**

- **Centralization of control:** Access, resources and data integrity are controlled by the server so that a faulty or unauthorized client program cannot damage the system. This centralization also facilitates the task of updating data or other resources (better than in P2P networks).

- **Scalability:** You can increase the capacity of clients and servers separately. Any element can be increased (or improved) at any time, or new nodes can be added to the network (clients and / or servers).

- **Easy maintenance:** Since the functions and responsibilities are distributed among several independent computers, it is possible to replace, repair, update, or even move a server, while your clients will not be affected by that change (or will be minimally affected). This independence of changes is also known as encapsulation.

- There are technologies, sufficiently developed, designed for the C / S paradigm that ensure security

seguridad en las transacciones, la amigabilidad de la interfaz, y la facilidad de empleo (Marini, 2012).

El sistema se estructura siguiendo el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC). Es un paradigma que divide las partes que conforman una aplicación en el Modelo, las Vistas y los Controladores, permitiendo la implementación por separado de cada elemento, garantizando así la actualización y mantenimiento del software de forma sencilla y en un reducido espacio de tiempo. A partir del uso de frameworks basados en el patrón MVC se puede lograr una mejor organización del trabajo y mayor especialización de los desarrolladores y diseñadores (Díaz & Fernández, 2012).

### **Su uso posibilita:**

Separación clara entre los componentes de un programa; lo cual permite su implementación por separado.

Interfaz de Programación de Aplicaciones API (Application Programming Interface) muy bien definida; cualquiera que use la API, podrá reemplazar el Modelo, la Vista o el Controlador, sin aparente dificultad.

Conexión dinámica entre el Modelo y sus Vistas; esta se produce en tiempo de ejecución, no en tiempo de compilación.

Al incorporar el modelo de arquitectura MVC a un diseño, las piezas de un programa se pueden construir por separado y luego unirlos en tiempo de ejecución. Si se observa que uno de los componentes funciona mal, puede reemplazarse sin que las otras piezas se vean afectadas. Este escenario contrasta con la aproximación monolítica típica de muchos programas de pequeña y mediana complejidad (Díaz & Fernández, 2012).

Debido a las ventajas anteriormente mencionadas se decidió dividir el sistema utilizando cinco paquetes (Páginas Web, JavaBeans, Services, JPAControllers y Entity) como se muestra en la Figura 5.

in transactions, user-friendliness of the interface, and ease of use (Marini, 2012).

The system is structured following the Model-View-Controller (MVC) design pattern. It is a paradigm that divides the parts that make up an application in the Model, the Views and the Controllers, allowing the separate implementation of each element, thus guaranteeing the updating and maintenance of the software in a simple way and in a reduced space of time. From the use of frameworks based on the MVC pattern, a better organization of work and greater specialization of developers and designers can be achieved (Díaz & Fernández, 2012).

### **Its use enables:**

- Clear separation between the components of a program; which allows its implementation separately.

- Well-defined Application Programming Interface (API); anyone using the API will be able to replace the Model, View, or Controller, with no apparent difficulty.

- Dynamic connection between the Model and its Views; it occurs at run time, not compile time.

By incorporating the MVC architecture model into a design, the pieces of a program can be built separately and then put together at run time. If one of the components is found to be malfunctioning, it can be replaced without the other parts being affected. This scenario contrasts with the monolithic approach typical of many programs of small and medium complexity (Díaz & Fernández, 2012).

Due to the aforementioned advantages, it was decided to divide the system using five packages (Web Pages, JavaBeans, Services, JPAControllers and Entity) as shown in Figure 5.



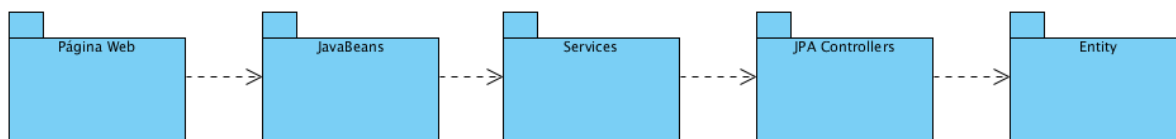
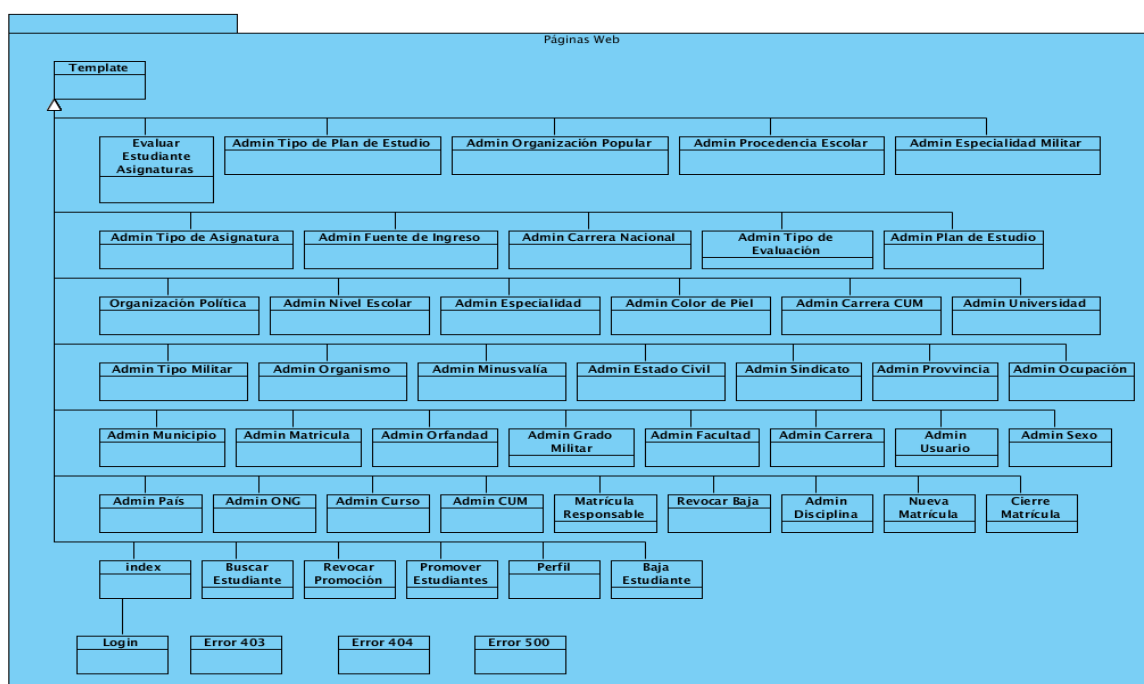


Figura 5: Vista general de la arquitectura

Figure 5: General view of the architecture

En el paquete **Páginas Web** se encuentran los ficheros xhtml correspondientes a todas las páginas web con las que cuenta el sistema (tener en cuenta que el servidor se encuentra configurado para convertir en tiempo de ejecución los ficheros .xhtml a .faces). La Figura 6 muestra la distribución de los elementos de dicho paquete. Se puede apreciar que existe una página llamada “Template” de la cual heredan gran parte del resto de las páginas, la misma tiene la estructura básica de las vistas (Header, Footer y Contenido). En el caso del Header y Footer son contenidos estáticos para el resto de las páginas y sólo es modificable desde “Template”. Por ende, la sección Contenido de “Template” es el único segmento de código modificable por las páginas hijas.

The **Web Pages** package contains the xhtml files corresponding to all the web pages that the system has (bear in mind that the server is configured to convert .xhtml files to .faces at runtime). Figure 6 shows the distribution of the elements of said package. It can be seen that there is a page called “Template” from which they inherit a large part of the rest of the pages, it has the basic structure of the views (Header, Footer and Content). In the case of Header and Footer, they are static content for the rest of the pages and can only be modified from "Template". Therefore, the Content section of “Template” is the only code segment modifiable by the child pages.



### *Figura 6: Vista del paquete Páginas Web*

#### *Figure 6: Web Pages package view*

Se pueden apreciar además las páginas de "Login" (página de acceso), donde el usuario se encuentra frente a un formulario que solicita sus credenciales y da o no acceso al sistema. Además, aparecen las páginas de fallo "403", "404" y "500" que sobrescriben las páginas de error por defecto del servidor. Los recursos de las páginas web (css, js, imágenes y fuentes) se encuentran incluidos en este paquete.

En el paquete **JavaBeans** se aprecian elementos de tipos Java Managed Beans. Son un Java Bean<sup>1</sup> administrado por el marco JSF. El Managed Bean contiene los métodos getter y setter, la lógica empresarial o incluso un bean de respaldo (un bean contiene todo el valor del formulario HTML). Funcionan como modelo para el componente UI, los cuales son accesibles desde una página web xhtml.

@ManagedBean marca un bean como Managed con el nombre especificado en el atributo name. Otro elemento importante en los Beans son las Scope annotations (anotaciones de ámbito), que establecen el ámbito en el que se colocará el bean. Si no se especifica el alcance, entonces el bean se predeterminará para solicitar el alcance. Por lo general en el sistema son utilizados de tipo Request y en algunos casos Session. Una correcta manipulación del ámbito de vida de los Beans posibilita el hecho de no tener espacio en memoria ocupado innecesariamente (Simpleas y Learning, 2019).

La Figura 7 muestra la distribución de las clases Java Managed Beans. Para garantizar una mejor organización, a cada página que implemente elementos JSF se le creó un Bean, permitiendo así un mejor entendimiento. Es importante destacar que no

You can also see the pages of "Login" (access page), where the user is in front of a form that requests their credentials and gives or not access to the system. In addition, the "403", "404" and "500" fault pages appear which override the server's default error pages. Web page resources (css, js, images and fonts) are included in this package.

The **JavaBeans** package shows elements of Java Managed Beans types. They are a Java Bean managed by the JSF framework. The Managed Bean contains getter and setter methods, business logic, or even a backing bean (a bean contains the entire value of the HTML form). They work as a template for the UI component, which are accessible from an xhtml web page.

@ManagedBean marks a bean as Managed with the name specified in the name attribute. Another important element in Beans are Scope annotations, which establish the scope in which the bean will be placed. If scope is not specified, then the bean will default to requesting scope. In general, the system uses the Request type and in some cases Session. A correct manipulation of the scope of life of the Beans allows the fact of not having space in memory occupied unnecessarily (Simpleas and Learning, 2019).

Figure 7 shows the layout of the Java Managed Beans classes. To ensure better organization, each page that implements JSF elements was created a Bean, thus allowing a better understanding. It is important to note that there is no possibility of access between Beans, so it could be said that they are totally isolated from each other.

---

<sup>1</sup> Clase simple en Java que cumple con ciertas normas con los nombres de sus propiedades y métodos. Debe tener un constructor sin argumentos, tiene declarados todos sus atributos como privados y para cada uno de ellos un método setter y getter, añadiéndole la palabra «set» o «get» al nombre del atributo, deben ser serializables

existe la posibilidad de acceso entre Beans, por lo que se podría decir que se encuentran totalmente aislados unos de otros.



Figura 7: Vista del paquete JavaBeans

En muchos casos el sistema requiere acceso desde un mismo Bean a varias entidades de la base de datos, para poder así llevar a cabo la lógica de negocio propia del proceso que se desea llevar a cabo. Por esto se decidió crear un paquete de clases Java dedicadas específicamente al manejo de esta lógica. En estas no se interactúa directamente con las entidades de la base de datos, sino que se usan los diferentes controladores para la correcta ejecución de la secuencia de acciones que llevan al resultado deseado. Estas clases son las que se encuentran representadas en la Figura 8.

In many cases, the system requires access from the same Bean to various entities in the database, in order to carry out the business logic of the process to be carried out. For this reason, it was decided to create a package of Java classes specifically dedicated to handling this logic. In these, you do not interact directly with the entities in the database, but rather use the different controllers for the correct execution of the sequence of actions that lead to the desired result. These classes are the ones represented in Figure 8.



Figura 8: Vista del paquete Services

Figure 8: Services package view

Otro de los paquetes del sistema es el llamado **JPAControllers** (Figura 9). Los archivos JPAController constituyen clases Java creadas con el objetivo de persistir la información, utilizando JPQL, que no es más que un lenguaje de consulta orientado a objetos utilizado para hacer consultas contra las entidades almacenadas en una base de datos relacional. Existe un fichero JPAController por cada entidad existente en la base de datos.

Another package in the system is called **JPAControllers** (Figure 9). JPAController files are Java classes created with the aim of persisting information, using JPQL, which is nothing more than an object-oriented query language used to make queries against entities stored in a relational database. There is a JPAController file for each existing entity in the database.

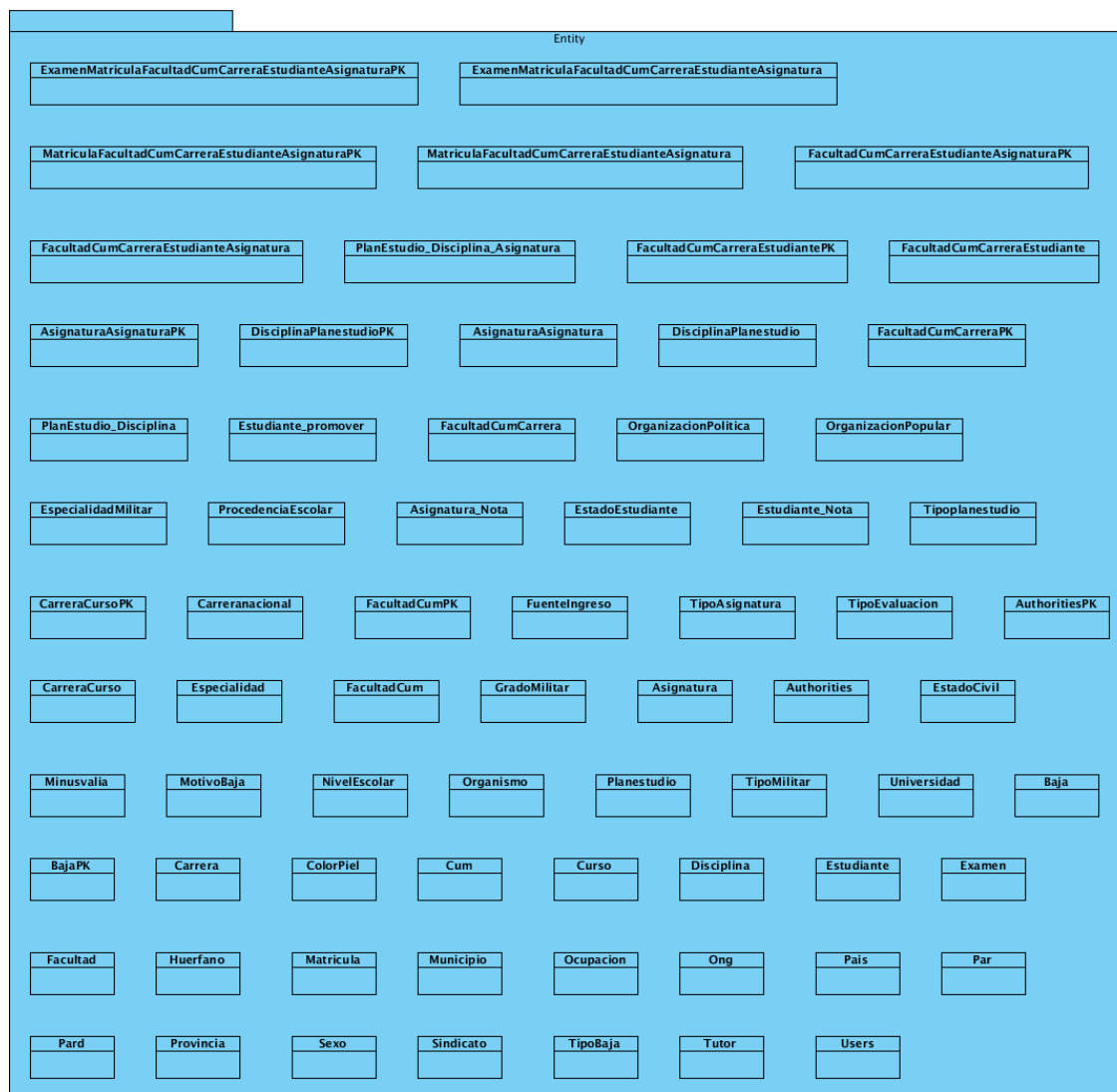


*Figura 9: Vista del paquete JPAController*

*Figure 9: JPAController package view*

Como mostraba la Figura 5, el paquete JPAController se relaciona con el paquete Entity. En este último paquete se encuentran todas las entidades de la base de datos en forma de clases Java orientadas a objeto. La Figura 10 representa la estructura del paquete Entity.

As Figure 8 showed, the JPAController package is related to the Entity package. In this last package all the entities of the database are found in the form of object-oriented Java classes. Figure 10 represents the structure of the Entity package.



*Figura 10: Vista del paquete Entity*

*Figure 10: Entity package view*

Las entidades son generadas de forma automática al igual que los JPAController, permitiendo garantizar una correspondencia entre ambos elementos dependientes. Por ende, se puede decir que las Entity y los JPAControllers corresponden al acceso a datos básico para realizar las transacciones en el sistema. El hecho de que sean generados de forma automática permite una mejor adaptabilidad del sistema ante cambios bruscos en la base de datos. Así como el hecho de utilizar una capa de servicios intermedia (Services) entre los Beans y los JPAControllers permite una mejor versatilidad ante los posibles cambios producidos a nivel de base de datos.

The entities are generated automatically like the JPAController, allowing to guarantee a correspondence between both dependent elements. Therefore, it can be said that Entity and JPAControllers correspond to basic data access to carry out transactions in the system. The fact that they are generated automatically allows a better adaptability of the system to sudden changes in the database. As well as the fact of using an intermediate service layer (Services) between the Beans and the JPAControllers allows a better versatility in the face of possible changes produced at the database level.

**Deployment diagram**

**Diagrama de Despliegue**

El Diagrama de Despliegue es un tipo de diagrama del Lenguaje Unificado de Modelado que se utiliza para modelar la disposición física de los artefactos software en nodos (Ferré & Sánchez, 2013).

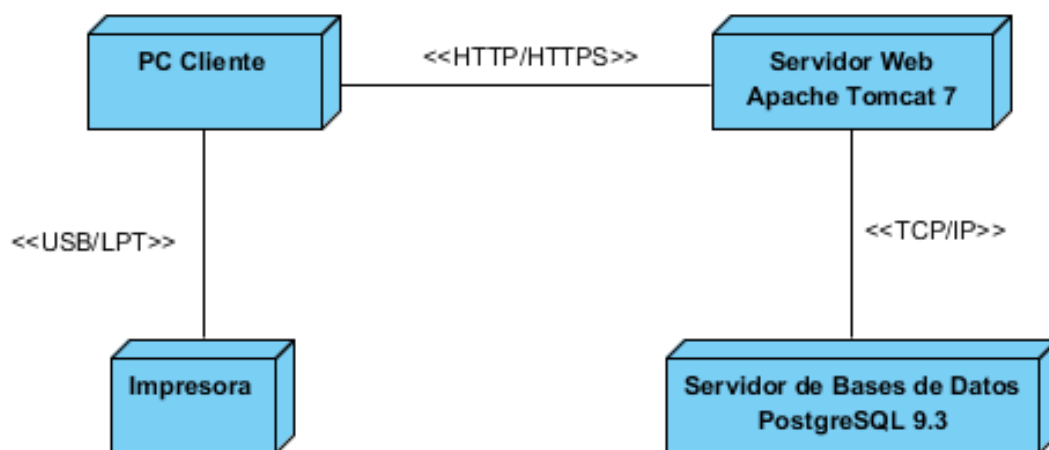
En otras palabras, modela la arquitectura en tiempo de ejecución de un sistema. Esto muestra la configuración de los elementos de *hardware* (nodos<sup>2</sup>) y muestra cómo los elementos y artefactos del software se trazan en esos nodos (Sparx Systems, 2019).

En la Figura 11 se muestra como se despliega el sistema una vez completada su implementación, así como los elementos de hardware que se necesitan para su funcionamiento.

The Deployment Diagram is a type of Unified Modeling Language diagram that is used to model the physical arrangement of software artifacts in nodes (Ferré & Sánchez, 2013).

In other words, it models the runtime architecture of a system. This shows the configuration of hardware elements (nodes) and shows how software elements and artifacts are mapped to those nodes (Sparx Systems, 2019).

Figure 11 shows how the system is deployed once its implementation is completed, as well as the hardware elements that are needed for its operation.



**Figura 11: Diagrama de Despliegue**

**Figure 11: Deployment Diagram**

El sistema será desplegado sobre un servidor de aplicaciones web Apache Tomcat 7 que se conecta a un servidor de Bases de Datos PostgreSQL 9.3. El mismo podrá ser accesible desde un ordenador, tablet o teléfono inteligente que cuente con un navegador web, en caso de ser Mozilla Firefox, debe ser una versión de la familia Quantum (versión 57 o posterior). En el caso de imprimir algún elemento en

The system will be deployed on an Apache Tomcat 7 web application server that connects to a PostgreSQL 9.3 Database server. It may be accessible from a computer, tablet or smartphone that has a web browser, if it is Mozilla Firefox, it must be a version of the Quantum family (version 57 or later). In the case of printing any element in hard format, the use of a printer that will be connected to the computer is required.

<sup>2</sup> Un Nodo es un elemento de hardware o software y se diagrama en forma de una caja en tres dimensiones.

formato duro se requiere del uso de una impresora que estará conectada al ordenador.

Contará con un pool de conexiones<sup>3</sup> con la base de datos, lo cual posibilitará un aumento sustancial en la velocidad de respuesta de las consultas e impedirá la creación de conexiones innecesarias.

En el lado servidor es necesario contar con Proxmox 5.4 como sistema de virtualización para utilizar el container<sup>4</sup> base de un servidor donde se encuentran instalados y configurados los servicios necesarios para desplegar el sistema. En el mismo se encuentra Ubuntu Server 16.04 como sistema operativo, Apache Tomcat 7 como contenedor de aplicaciones web, JDK 1.8 update 20 como máquina virtual de Java y PostgreSQL 9.3 como sistema gestor de bases de datos.

## Conclusiones

A partir del análisis del negocio y de los requisitos funcionales identificados, se obtuvo un diseño de base de datos relacional que consta de 57 tablas relacionadas de forma tal, que la información almacenada en ellas es suficiente para la gestión de los procesos involucrados en el negocio.

En la solución propuesta se dedicó una sección del software para la gestión de los nomencladores necesarios para el sistema, lo cual permite una administración de los datos sin necesidad de inyecciones SQL manuales que pueden dañar el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema propuesto permite llevar un control de todo el camino que recorre un estudiante universitario, desde que matricula hasta que se gradúa, en cuanto a la secretaría docente se refiere. Entre las funcionalidades más destacadas que lo permiten, están la matrícula a la Educación Superior, la matrícula responsable, evaluar estudiantes, entre otros.

It will have a pool of connections to the database, which will allow a substantial increase in the response speed of queries and will prevent the creation of unnecessary connections.

On the server side, it is necessary to have Proxmox 5.4 as a virtualization system to use the base container of a server where the services necessary to deploy the system are installed and configured. It contains Ubuntu Server 16.04 as the operating system, Apache Tomcat 7 as a web application container, JDK 1.8 update 20 as a Java virtual machine and PostgreSQL 9.3 as a database management system.

## Conclusions

- From the analysis of the business and the functional requirements identified, a relational database design was obtained consisting of 57 related tables in such a way that the information stored in them is sufficient for the management of the processes involved in the deal.
- In the proposed solution, a section of the software was dedicated to the management of the nomenclators necessary for the system, which allows data management without the need for manual SQL injections that can damage the correct functioning of the system.
- The proposed system allows to keep track of the entire path that a university student travels, from enrollment to graduation, in terms of the teaching secretariat. Among the most outstanding features that allow it are enrollment in Higher Education, responsible enrollment, evaluating students, among others.

<sup>3</sup> Conjunto limitado de conexiones a una base, que es manejado por un servidor de aplicaciones de forma tal, que dichas conexiones pueden ser reutilizadas por los diferentes usuarios. Es administrado por un servidor de aplicaciones que va asignando las conexiones a medida que los clientes van solicitando consultas o actualizaciones de datos.

<sup>4</sup> Alternativa liviana a la virtualización completa de una computadora que ofrece menores gastos generales.



## Bibliografía / References

- Aguilera, R. A., Chi, M. L., Basto, L. R., Cambranes, E., & Curi, L. F. 2009. Propuesta de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería de Software.
- Díaz, Y., & Fernández, Y. 2012. Patrón Modelo-Vista-Controlador. *TELEMÁTICA. Revista Digital de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones*, 11.
- Ferré, X. & Sánchez, M. I. 2013. Desarrollo Orientado a Objetos con UML. In.
- Hernández, A. 2004. *Aplicación del Proceso Unificado de Desarrollo a proyectos de software*.
- Jácome, J. A. 2014. *Sistema informático para la gestión administrativa de las empresas de transporte interprovincial del terminal terrestre de la ciudad de Tulcán*.
- Machado, R. d. L., & Reyes, O. G. 2011. Módulo para el control de la baja estudiantil en el SIGENU. *Ciencias Holguín*, 17(2).
- Marini, E. 2012. El Modelo Cliente/Servidor. 5.
- Molina, J. R., Zea, M. P., Contento, M. J., & García, F. G. 2017. Estado del arte: Metodologías de desarrollo en aplicaciones web. *3c Tecnología*, 6(3), 54-71.
- Morer, A. S. 2002. Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo. *Eduotec. Revista electrónica de tecnología educativa*(15), a024-a024.
- Mozilla. 2019. Códigos de estado de respuesta HTTP. Retrieved from <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Status>
- Saavedra, R. A., & Mora, G. M. G. 2018. Sistema de gestión de la Nueva Universidad (SIGENU v4. 0.0) como herramienta para la automatización de los procesos docentes y estadísticos de la Universidad de Granma (Revisión). *Redel. Revista granmense de Desarrollo Local*, 2(4), 130-142.
- Seuret, M., & Justiniani, A. 2006. Cuba: la educación a distancia en la Universidad de La Habana. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 9(1-2), 185-213.
- Simpleas y Learning, T. P. 2019. JSF Managed Beans. Retrieved from [https://www.tutorialspoint.com/jsf/jsf\\_managed\\_beans.htm](https://www.tutorialspoint.com/jsf/jsf_managed_beans.htm).
- Sparx Systems, P. L. 2019. Herramientas UML para el modelado y desarrollo de software - Herramienta de modelado UML de Enterprise Architect. Retrieved from <http://www.sparxsystems.com.ar/>