



Universidad de las Ciencias Informáticas
Facultad 1, Centro de Identificación y Seguridad Digital

PERSONALIZACIÓN ELECTRÓNICA PARA EL SISTEMA DE PERSONALIZACIÓN DE DOCUMENTOS DE IDENTIDAD

Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autores:

Lissaidy Vilaú Gorgoy.

Jasiel Téllez Cantillo.

Tutores:

Ms. C. Eylín Hernández Luque.

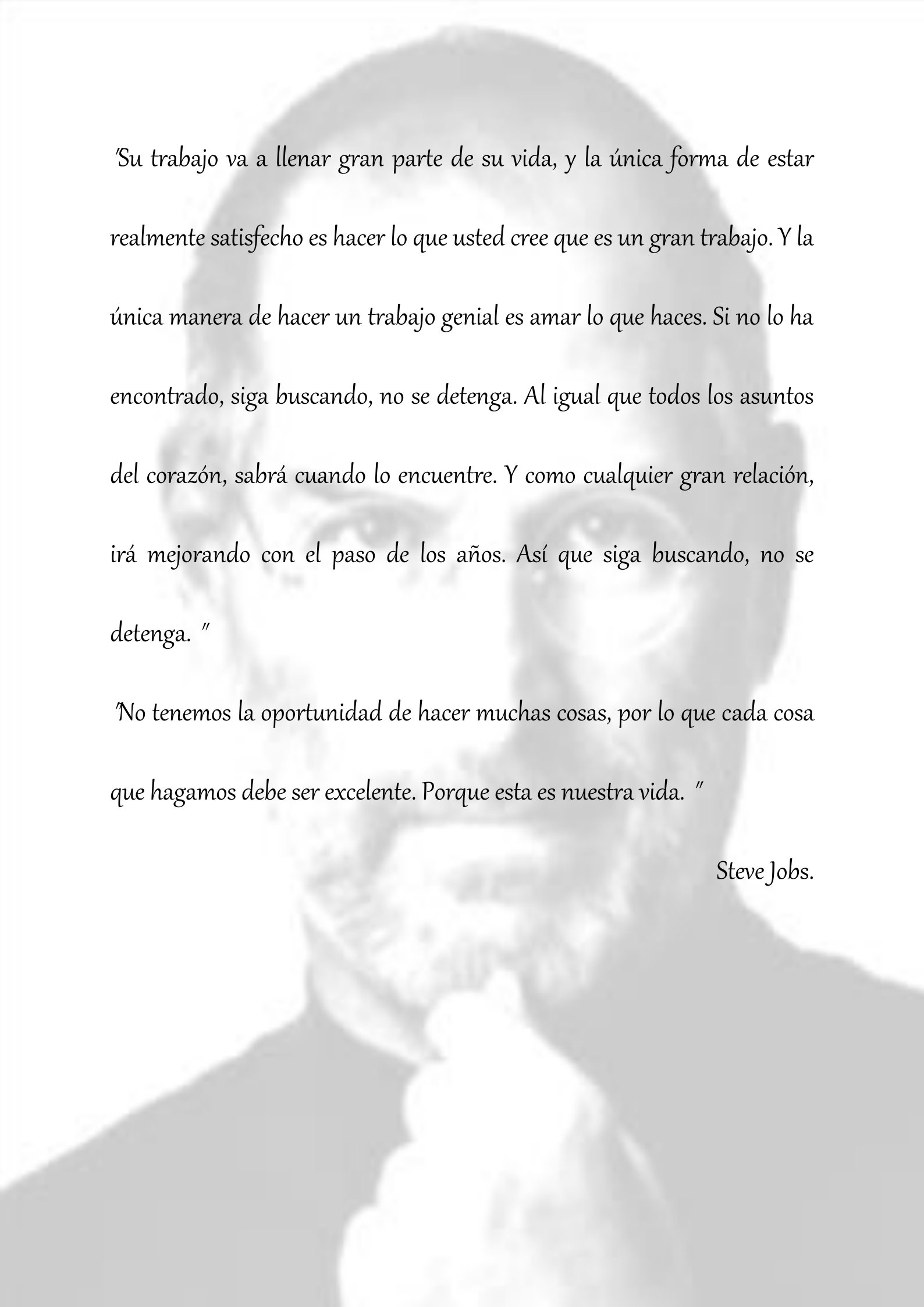
Ing. Adiry Hernández Regueiro.

Consultante:

Ing. Vismar Fernández Santana.

La Habana, Junio, 2014

“Año 56 del Triunfo de la Revolución”



'Su trabajo va a llenar gran parte de su vida, y la única forma de estar realmente satisfecho es hacer lo que usted cree que es un gran trabajo. Y la única manera de hacer un trabajo genial es amar lo que haces. Si no lo ha encontrado, siga buscando, no se detenga. Al igual que todos los asuntos del corazón, sabrá cuando lo encuentre. Y como cualquier gran relación, irá mejorando con el paso de los años. Así que siga buscando, no se detenga. '

'No tenemos la oportunidad de hacer muchas cosas, por lo que cada cosa que hagamos debe ser excelente. Porque esta es nuestra vida. '

Steve Jobs.

Declaración de autoría

Declaramos por este medio que Lissaidy Vilaú Gorgoy y Jasiel Téllez Cantillo somos los autores de la tesis "PERSONALIZACIÓN ELECTRÓNICA PARA EL SISTEMA DE PERSONALIZACIÓN DE DOCUMENTOS DE IDENTIDAD", desarrollada como parte del Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmamos la presente declaración jurada de autoría en La Habana a los _____ días del mes de _____ del año _____.

Lissaidy Vilaú Gorgoy

Autor

Jasiel Téllez Cantillo

Autor

Ms. C. Eylín Hernández Luque

Tutor

Ing. Adiary Hernández Regueiro

Tutor

Ing. Vismar Fernández Santana

Consultante

Síntesis de los Tutores:

Ms. C. Eylín Hernández Luque:

Correo electrónico: ehernandezl@uci.cu

Ingeniera en Ciencias Informáticas desde el 2007 y Máster en Gestión de Proyectos Informáticos desde el 2013. Con categoría docente de asistente desde el 2012. Las posiciones históricas relevantes que ha ocupado en la facultad han sido: Jefe de proyecto de minería en el MINBAS, Jefe de Polo Productivo Sistemas Geológicos, Jefe de Polo Productivo Geoinformática, Asesora metodológica en los proyectos de Facelab y Singlab en el departamento de Biometría. En la actualidad se desempeña como analista de software en el departamento de Seguridad Digital en el CISED y es profesora del departamento de Ingeniería y Gestión del Software de la Facultad 1 de la Universidad de Ciencias Informáticas.

Ing. Adiry Hernández Regueiro:

Correo electrónico: aregueiro@uci.cu

Ingeniera en Ciencias Informáticas egresada de la Facultad 1 de la Universidad de Ciencias Informáticas en el año 2009. En junio de 2010 se incorpora a la Misión UCI en Venezuela desempeñándose como Jefa del Subproyecto Migración del Proyecto Identidad. A partir del año 2012 se desempeña como Jefa del Proyecto Pasaporte Diplomático y del Subproyecto Pasaporte Ordinario en Sedes Consulares. Actualmente se desempeña como subdirectora del CISED.

Agradecimientos

A la Revolución por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A mi amigo incondicional, compañero de tesis y compañero de vida, Jasiel gracias por tanta paciencia, dedicación, amor y por darme fuerzas en los momentos que creí que no podría superar y sobre todo gracias por creer en mí.

A mi abuela, porque cada vez que escuché su voz, me llené de energías y ganas hacerlo todo bien.

A mi tío por ser mi ejemplo a seguir profesionalmente.

A mi mamita por inculcarme que lo importante no es la perfección sino el sacrificio. Gracias por siempre decirme las cosas que necesitaba escuchar.

A mi papá por escucharme siempre.

A Diany por sus grandes consejos durante toda mi vida.

A mi familia porque todo esto es por ella y gracias a ella.

A mi amigo Herbert por hacerme reír cuando quería llorar, gracias por estar presente en los momentos más importantes.

A los que no creyeron en mí, porque fueron un impulso para demostrar que si podía.

A mis tutores y todos los que hicieron posible este éxito.

Lissaidy Vilaú Gorgoy

A la Revolución por brindarme los medios y la oportunidad de formarme como profesional.

A Lissy por estar siempre a mi lado, en las buenas y en las malas, y por luchar tanto junto a mí para que esta tesis saliera adelante. Gracias por no fallarme nunca y siempre mantenerme orgulloso de ti. Eres mi mayor tesoro.

A mi papá por guiarme hacia una meta en la vida y apoyarme siempre en mis decisiones. Gracias por tus consejos y por tu ejemplo.

A mami por su apoyo y consejos durante toda mi vida. Gracias mi vieja eres la mejor mamá del mundo.

A mis hermanas queridas por su apoyo y preocupación. Por siempre estar pendientes de mí y porque nunca me han fallado.

A Chuchy por acogerme como un hijo más suyo. Por apoyarme y darme excelentes consejos para mi vida.

A mi familia de Pinar del Rio por su apoyo incondicional.

A mis tutores por ayudarme a sacar adelante esta tesis.

A los profesores que me ayudaron a sacar adelante la aplicación.

Jasiel Téllez Cantillo

Dedicatoria

A: Mi abuelo Tata, que sé que estaría muy orgulloso.

A: A mi novio y compañero de tesis.

Lissaidy Vilaú Gorgoy

A: Mi novia y compañera de tesis, es la mejor amiga y compañera que puedo tener.

A: Mi familia que siempre me ha apoyado en todo.

Jasiel Téllez Cantillo

Resumen

Para facilitar y asegurar el proceso de identificación digital se utilizan las tarjetas inteligentes, ya que permiten la verificación exacta y confiable en el mecanismo de identificación. En los últimos años, la tecnología de tarjetas inteligentes está evolucionando rápidamente y si se utiliza de forma eficiente se garantiza un producto seguro, útil y de calidad. A partir de los elementos anteriores, esta investigación tuvo como objetivo: Desarrollar una solución informática que permita la personalización electrónica de documentos de identificación y el control de la calidad de la personalización electrónica, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes, para la extensión de las funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad. Para valorar la concepción teórico-metodológica y comprobar la utilización práctica de la propuesta, se aplican instrumentos que muestran el aporte realizado en cuanto a la funcionalidad, la eficiencia y la facilidad de uso. El aporte práctico radica en efectuar de forma segura la personalización electrónica de documentos de identificación y el control de la calidad personalización electrónica; así como la integración armónica con el Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, para facilitar los procesos de despliegue y transferencia tecnológica.

Palabras claves: *Applet*, documentos electrónicos, *middleware*, personalización electrónica, tarjetas inteligentes.

Índice

| | |
|---|----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo I: Fundamentación Teórica | 5 |
| 1. 1 Introducción | 5 |
| 1. 2 Conceptos fundamentales..... | 5 |
| 1. 3 Personalización de documentos de identificación electrónicos..... | 6 |
| 1. 4 Tarjetas inteligentes y la relación con los documentos de identificación..... | 7 |
| 1. 5 Seguridad de las tarjetas inteligentes..... | 8 |
| 1. 6 Propiedades lógicas de las tarjetas inteligentes para la seguridad..... | 9 |
| 1. 7 Estándares que rigen el trabajo con tarjetas inteligentes..... | 10 |
| 1. 8 Sistemas Similares..... | 11 |
| 1. 9 Tecnologías, herramientas y metodología utilizadas..... | 13 |
| 1. 10 Conclusiones parciales..... | 18 |
| Capítulo II: Propuesta de solución | 20 |
| 2. 1 Introducción | 20 |
| 2. 2 Propuesta de solución..... | 20 |
| 2.2.1 Diagrama de procesos | 21 |
| 2.2.2 Listado de requisitos funcionales | 22 |
| 2.2.3 Descripción de los roles..... | 22 |
| 2.2.4 Priorización de los requisitos..... | 22 |
| 2.2.5 Plan de Iteraciones..... | 23 |
| 2.2.6 Descripción de los Requisitos Funcionales..... | 23 |
| 2.2.7 Requisitos no funcionales..... | 24 |
| 2. 3 Definición de la arquitectura..... | 24 |
| 2. 4 Patrones de Diseño..... | 26 |
| 2. 5 Estándar de codificación..... | 29 |
| 2. 6 Diagrama de Clases..... | 29 |
| 2. 7 Conclusiones Parciales | 33 |
| Capítulo III. Implementación y Pruebas | 34 |
| 3. 1 Introducción | 34 |
| 3. 2 Diagrama de Despliegue..... | 34 |
| 3. 3 Diagrama de Componentes..... | 34 |
| 3. 4 Interfaces de usuario..... | 35 |
| 3. 5 Validación de la Propuesta de solución..... | 39 |
| 3. 6 Conclusiones Parciales | 46 |
| Conclusiones Generales | 48 |
| Recomendaciones | 49 |
| Bibliografía | 50 |
| Glosario de Términos | 53 |
| Anexos | 54 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Descripción de roles. | 22 |
| Tabla 2: Descripción del RF1: Personalizar electrónicamente el Documento de identificación. | 23 |
| Tabla 3: Descripción de las variables de prueba para las pruebas de Caja Negra del applet. | 42 |
| Tabla 4: Caso de prueba para el RF7 correspondiente al campo de texto 1 del applet. | 42 |
| Tabla 5: Descripción de las variables de las pruebas de Agrupación de Módulos. | 43 |
| Tabla 6: Caso de prueba de Integración para el EC1.1: Insertar datos en el applet a través del middleware. | 43 |
| Tabla 7: Caso de prueba de aceptación para el EC1: Personalizar electrónicamente los documentos de identificación. | 44 |
| Tabla 8: Lista de chequeo. | 46 |

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Ejemplo de escritura electrónica | 7 |
| Ilustración 2: Clasificación de los componentes de seguridad de la tarjeta inteligente | 9 |
| Ilustración 3: Fases de MSF | 14 |
| Ilustración 4: Diagrama del Proceso de Personalización Electrónica..... | 21 |
| Ilustración 5: Diagrama del proceso de Control de la Calidad de la personalización electrónica..... | 21 |
| Ilustración 6: Diagrama de Arquitectura | 25 |
| Ilustración 7: Ejemplo de uso del patrón Fábrica en la solución informática desarrollada. | 26 |
| Ilustración 8: Ejemplo de uso del patrón Controlador en la solución informática desarrollada. | 27 |
| Ilustración 9: Ejemplo de uso del patrón Creador en la solución informática desarrollada. | 27 |
| Ilustración 10: Ejemplo de uso del patrón Experto en la solución informática desarrollada.... | 28 |
| Ilustración 11: Ejemplo de utilización del estándar de codificación Pascal en la implementación de la solución informática. | 29 |
| Ilustración 12: Ejemplo de utilización del estándar de codificación <i>Camel</i> en la implementación de la solución informática. | 29 |
| Ilustración 13: Diagrama de clases de la Interfaz. | 30 |
| Ilustración 14: Diagrama de clases del Applet. | 31 |
| Ilustración 15: Diagrama de clases del Middleware. | 32 |
| Ilustración 16: Diagrama de Despliegue | 34 |
| Ilustración 17: Diagrama de Componentes | 35 |
| Ilustración 18: Interfaz gráfica principal Personalización electrónica..... | 36 |
| Ilustración 19: Interfaz gráfica Solicitudes de Personalización..... | 37 |
| Ilustración 20: Interfaz gráfica Detalles de Solicitud..... | 37 |
| Ilustración 21: La interfaz gráfica Órdenes de Control de Calidad. | 38 |
| Ilustración 22: La interfaz gráfica Solicitudes de Calidad..... | 38 |
| Ilustración 23: Interfaz gráfica Detalles de Solicitud de Calidad..... | 39 |
| Ilustración 24: Método <i>PersonalizationTest</i> para el caso de prueba. | 40 |
| Ilustración 25: Resultado de la prueba realizada al método <i>Personalization</i> | 41 |
| Ilustración 26: Método <i>GetData</i> para el caso de prueba. | 41 |
| Ilustración 27: Ejemplo de prueba de rendimiento. | 45 |
| Ilustración 28: Resultado de las pruebas de funcionalidad en cada iteración | 46 |

Introducción

Desde el surgimiento del hombre se han creado métodos diversos de identificar a las personas para así poder tener un control más exacto sobre la identidad de las mismas. Las primeras cédulas de identidad fueron creadas a mediados del siglo XIX (1). Desde entonces, con el aumento de la población y los avances tecnológicos se ha logrado perfeccionar los documentos y por consiguiente la personalización de estos.

A principio de los años 70 surgen las tarjetas inteligentes o *Smart Cards* que contienen un chip en el interior. La personalización de estos dispositivos no se limita a la impresión óptica, sino que implica también una personalización electrónica, almacenando en el chip de la tarjeta los datos referentes al portador (2)

Actualmente se registra una tendencia al uso de tarjetas inteligentes, pues facilitan y aseguran el proceso de identificación ya que al ser personalizadas electrónicamente garantizan una verificación más exacta y confiable de la identidad (3). Países como Perú y España han registrado avances en la utilización de estas tecnologías mediante el uso del documento de identificación nacional electrónico y el pasaporte electrónico (4).

Variadas empresas alrededor del mundo se especializan en el desarrollo de tarjetas inteligentes. Empresas como EVOLIS, CardLogix, Bundesdruckerei, Muhlbauer y Morpho, del grupo Safrán, poseen una alta gama de soluciones para la fabricación, personalización óptica y eléctrica de documentos de identificación. Estas compañías brindan servicios a gran parte del mundo pero al ser privadas no hacen público el código fuente de las soluciones, por lo que carece de información respecto al funcionamiento interno de los sistemas y además, la adquisición de los productos es costosa (5) (6).

En Cuba aún no se registra un avance significativo en el uso de las tarjetas inteligentes como mecanismo de identificación, sin embargo se avizora en un futuro cercano para la asunción de estas por diversas entidades nacionales o extranjeras radicadas en el país.

El Centro de Identificación y Seguridad Digital, perteneciente a la Universidad de las Ciencias Informáticas ha dado los primeros pasos en la investigación de esta tecnología. El centro de desarrollo cuenta con el Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, el cual posibilita la creación de diversas plantillas y la personalización óptica de documentos de identificación entre los cuales se encuentran el nuevo carné de identidad de La República de Cuba y la credencial de acceso a la Universidad de las Ciencias Informáticas.

La principal limitación del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad es la no existencia de mecanismos que posibiliten la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de los documentos de identificación basados en la

tecnología de tarjetas inteligentes. Por lo que, si alguna entidad nacional o extranjera decide asumir las nuevas tecnologías asociadas a los documentos electrónicos, el sistema no provee un servicio integral de personalización de los documentos de identificación. Esta limitante trae como consecuencia que disminuyan las posibilidades de mercado para el sistema, así como el valor comercial del mismo.

De la situación anteriormente descrita se plantea el siguiente **Problema científico**: ¿Cómo extender las funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, que admita el proceso de personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación?

Se define como **Objeto de Estudio**: El proceso de personalización de documentos de identificación.

Se determina como **Objetivo General**: Desarrollar una solución informática que permita la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes, para la extensión de las funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad.

Se derivan del objetivo general los siguientes **Objetivos Específicos**:

- ✓ Conformar el marco teórico de la investigación para la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes.
- ✓ Implementar una solución informática que permita la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes.
- ✓ Validar la solución informática mediante la integración al flujo de trabajo del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad.

Se establece como **Campo de Acción**: La personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación.

El proceso de investigación se orientó a través de las siguientes **Tareas investigativas**:

1. Fundamentación teórica de la investigación y estudio de la situación actual del proceso de personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación.
2. Fundamentación de la metodología, herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo de la solución propuesta.

3. Realización del análisis y diseño del *middleware* que posibilite la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación.
4. Realización del análisis y el diseño de un *applet* de identificación.
5. Implementación del *applet* de identificación.
6. Implementación del *middleware* que interactúe con el *applet* previamente implementado mediante el uso del *Smart Card Framework*.
7. Integración del *middleware* implementado al flujo de trabajo definido por el Sistema de Personalización de Documentos de Identificación.
8. Realización de las pruebas unitarias y de aceptación a los componentes implementados que conforman la solución informática
9. Realización de pruebas de funcionamiento a la solución informática en un entorno real integradas al Sistema de Personalización de Documentos de Identificación.

Se utilizaron como **Métodos teóricos**:

- ✓ **Analítico-Sintético:** Permite un estudio, análisis y síntesis de la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes, a través de la fundamentación y los razonamientos, lo cual significa coincidir con planteamiento y/o plantear contradicciones, para tener criterios en la toma de decisiones.
- ✓ **Modelación:** Para modelar los artefactos que se generan en la implementación de la solución informática que permita la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes.

Se utilizaron como **Método empírico**:

- ✓ **Observación:** Se utilizó para obtener de forma directa, la información de la realidad objetiva del comportamiento de la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes en el Centro de Identificación y Seguridad Digital.
- ✓ **Análisis documental:** En la revisión de la literatura especializada para consultar la información necesaria en el proceso de personalización de documentos de identificación.

- ✓ **Entrevista:** Como parte de los métodos empíricos se utilizó la entrevista para intercambiar con especialistas del Centro de Identificación y Seguridad Digital que poseen conocimientos sobre tarjetas inteligentes y procesos de personalización de documentos electrónicos. También fue utilizada la entrevista para conocer detalladamente el flujo de trabajo del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, así como características esenciales de este sistema.(Ver Anexo 1)

La **justificación de la investigación** consiste en el desarrollo de una solución informática que permita la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de los documentos de identificación basados en la tecnología de tarjetas inteligentes. Y además, que la solución informática asuma las tecnologías, herramientas y metodología definidas por el Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, para que se integraran armónicamente y de esta manera facilitara los procesos de despliegue y transferencia tecnológica.

El contenido se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1. Fundamentación Teórica: Incluye una fundamentación del estado del arte del tema a tratar. Se abordan elementos teóricos de la investigación y conceptos fundamentales para la comprensión del problema a resolver. Se realiza un análisis de cada una de las tecnologías, herramientas y metodologías a emplear durante el proceso de desarrollo.

Capítulo 2. Propuesta de solución: Se aborda al análisis y diseño del sistema cumpliendo con los patrones de diseños y de arquitectura que se seleccionaron para el desarrollo del sistema. Se generan los artefactos necesarios durante el ciclo de vida del proceso de desarrollo, especificando las características del sistema, desglosadas en escenarios y requisitos de calidad del servicio. Se diseña además el diagrama de clases.

Capítulo 3. Implementación y Pruebas: Se describen las características de la solución propuesta. Se implementa la solución cumpliendo con los estándares de codificación establecidos por el Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, se muestran los diagramas de componentes y despliegue, así como la descripción de las pruebas realizadas al sistema.

Posteriormente se muestran las **conclusiones, recomendaciones y bibliografía** de la investigación; así como los **anexos** que complementan el contenido del documento escrito.

Capítulo I: Fundamentación Teórica

1.1 Introducción

En el presente capítulo se elabora el marco teórico de la investigación en función del proceso de personalización electrónica de documentos de identificación. Se abordan aspectos esenciales de estos documentos como las dimensiones, datos que almacenan y posibles usos. Se hace alusión a los aspectos relacionados con las tarjetas inteligentes y la relación con los documentos de identificación. Finalmente, se realiza el análisis de soluciones existentes relacionadas con el proceso de personalización de documentos de identificación.

1.2 Conceptos fundamentales

✓ Documento de identificación:

Según *The American Heritage Dictionary of the English Language* es una tarjeta, a menudo, con una fotografía, que proporciona los datos de identificación sobre una persona, tales como: nombre, edad o pertenencia organizacional (7).

Según *Random House Kernerman Webster's College Dictionary*, es una tarjeta que contiene datos acerca de una persona, como el nombre, la edad, el color de pelo, etc. (8).

De forma más completa El Portal oficial sobre el DNI electrónico de España define como documento de identificación al documento que acredita física y digitalmente la identidad personal del titular. También es conocido como Cédula de Ciudadanía, Tarjeta de Identidad, Registro Civil, Cédula de Extranjería, Carné de Identidad, Cédula de Identidad, Documento Nacional de Identidad, identificación oficial o simplemente identificación, dependiendo de las denominaciones utilizadas en cada país. Las dimensiones físicas de dicho documento están normadas por la ISO 7810 (4). Esta definición es la asumida por los autores del presente trabajo.

✓ Tarjeta inteligente:

Según *The American Heritage Dictionary of the English Language*, es una tarjeta de plástico que contiene un chip de computadora y que permite a al titular comprar bienes y servicios, entrar en áreas restringidas, acceso a los registros médicos, financieros o de otro tipo, o realizar otras operaciones que requieren los datos almacenados en el chip (7).

Se asume la definición de tarjeta inteligente según el Portal oficial sobre el DNI electrónico de España, el cual la define como pequeñas tarjetas similares a las de crédito bancario, lo que a diferencia de estas contiene en el interior un chip. La presencia de dicho circuito posibilita la ejecución de cierta lógica programada, de ahí que se utilice el adjetivo

“inteligente” en la denominación. Muchas son las formas de referirse a una tarjeta inteligente, la más común en documentos técnicos es ICC (*Integrated Circuit(s) Card*) o tarjeta de circuito integrado (TCI)¹, pero comercialmente es más conocida como tarjeta inteligente, aunque también se les conoce como *Smart Cards* (4).

✓ Documento electrónico:

Según *The Law Dictionary* se define como documento electrónico a cualquier texto, gráficos u hojas de cálculo generadas por ordenador en cualquier medio o dispositivo para cualquier tramitación electrónica, incluyendo intercambio electrónico de datos. Son documentos almacenados electrónicamente, no siguen ningún formato o requisitos de legibilidad, excepto cuando es para el uso humano. Se trata simplemente de la información registrada en una forma que requiere una computadora u otro dispositivo electrónico para visualizarla, interpretarla y procesarla (9).

La autora Sally Kane los define como documentos que sólo existen en formato electrónico, como los datos almacenados en un ordenador, red, archivo de respaldo, archivo u otro soporte de almacenamiento. Ejemplos de documentos sujetos a la detección electrónica son correos electrónicos, mensajes de voz, mensajes instantáneos, correos calendarios, archivos de audio, datos sobre los dispositivos de mano, la animación, los metadatos, gráficos, fotografías, hojas de cálculo, páginas web, dibujos y otros tipos de datos digitales. (10)

Se asume la definición de José Antonio Oquendo donde plantea que un documento electrónico es un documento cuyo soporte material es algún tipo de dispositivo electrónico o magnético, y en el que el contenido está codificado mediante algún tipo de código digital, que puede ser leído, interpretado, o reproducido, mediante el auxilio de detectores de magnetización. (11)

1.3 Personalización de documentos de identificación electrónicos.

La escritura electrónica es la forma de registrar información en un medio magnético cuyo lenguaje es el sistema binario: en código de ceros y unos. El proceso se realiza por medio del uso de computadores que a la vez se pueden representar en una pantalla la adaptación de registros en letras o caracteres ideográficos, así como representaciones de imágenes, sonidos, videos, colores, y texturas de superficies (12).

En la ilustración 1 se muestra un ejemplo de este tipo de escritura.

¹(TCI): Tarjeta de Circuito Integrado, tarjeta que contiene una micro plaqueta electrónica acoplada a una antena que permite comunicar datos entre la micro plaqueta y un dispositivo de codificación /lectura sin necesidad de eléctrica directa.

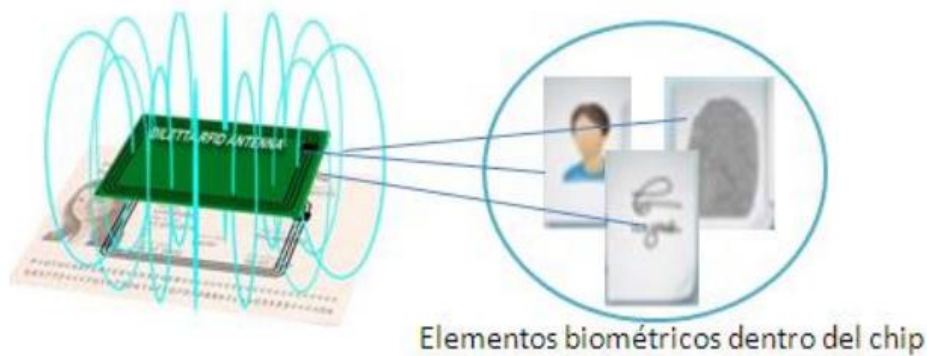


Ilustración 1: Ejemplo de escritura electrónica (12).

Concebir un documento electrónico requiere una infraestructura tecnológica necesaria para la captura de datos, imágenes y la validación de identidad de los ciudadanos; así como para efectuar la personalización del documento y la entrega. Los pasos o etapas anteriores son fundamentales para llegar a la emisión de dicho documento. En la personalización guardan gran relación el tipo de documento con los dispositivos de impresión a utilizar (12).

Proceso de personalización de documentos electrónicos.

Para obtener un documento personal utilizable a partir de un documento impreso, implica un proceso de personalización. Esta etapa es de vital importancia para todo documento en términos de seguridad, calidad y otros tantos aspectos que se aseguran mediante dicho proceso (5). La personalización de documentos electrónicos cuenta con dos factores:

- ✓ **Personalización eléctrica o electrónica:** Se refiere a la escritura de los datos en el chip.
- ✓ **Personalización óptica:** Se personalizan los datos que se encuentran en la ZIV². (13)

1. 4 Tarjetas inteligentes y la relación con los documentos de identificación.

Lo que se denomina tarjeta inteligente en la actualidad es la aplicación de la tecnología chip a diferentes funcionalidades a través del formato de tarjeta de plástico, formato similar al de las tarjetas de funcionalidad financiera que tan ampliamente se conocen y utilizan hoy en día. El potencial de la tarjeta inteligente está dado por las muy variadas posibilidades de aplicación que tiene en diferentes entornos. La tarjeta inteligente es un elemento que se puede insertar de forma natural en toda la cadena de generación y gestión de información en múltiples sectores de actividad (2).

Por los desarrollos que se están realizando en materia de seguridad de transacciones, la

²ZIV: Zona de Inspección Visual.

función genérica para la que puede ser utilizada la tarjeta inteligente es como herramienta de identificación. Cuando se hace referencia a identificación se está mencionando todo tipo de identificaciones personales que tengan utilidad tanto para el acceso a espacios físicos como para el acceso a espacios virtuales. Sin dejar volar demasiado la imaginación podemos pensar en que todo tipo de carné y de permisos pueden perfectamente incorporarse en una tarjeta inteligente (2).

La tecnología de tarjetas inteligentes es actualmente reconocida como la tecnología más apropiada para aplicaciones de identidad que deben cumplir con los requisitos de seguridad críticos. Los países de todo el mundo utilizan tarjetas inteligentes para aplicaciones de identidad segura. Además, las corporaciones públicas como *Microsoft*, *Sun Microsystems*, *Chevron* y *Boeing* utilizan tarjetas inteligentes de identificación de empleado para garantizar el acceso a las instalaciones físicas y los sistemas y redes informáticas. La combinación de la tecnología del chip con los procesos de cifrado de operaciones que se están desarrollando o que se puedan desarrollar, proporcionaría una herramienta de gran potencial (2).

1.5 Seguridad de las tarjetas inteligentes

No existe un sistema seguro al 100%, pero el de las tarjetas inteligentes es teóricamente el que ofrece un mayor grado de seguridad. Las tarjetas inteligentes ofrecen gran seguridad en el almacenamiento de información financiera o transaccional.

La seguridad de una tarjeta inteligente está asegurada por cuatro componentes (ver Ilustración 2). El primer componente es el cuerpo de la tarjeta, en el que está incrustado el microcontrolador. Muchas de las funciones de seguridad utilizadas para el cuerpo de la tarjeta son no sólo legibles por la máquina, sino que también se puede comprobar visualmente por los seres humanos. Las técnicas utilizadas para estas características no son específicas de tarjetas inteligentes, pues también se utilizan con otros tipos de tarjetas. El resto de los componentes como el chip, el sistema operativo y la aplicación protegen los datos y aplicaciones en el microcontrolador de la tarjeta inteligente (14).



Ilustración 2: Clasificación de los componentes de seguridad de la tarjeta inteligente (Elaboración propia).

1.6 Propiedades lógicas de las tarjetas inteligentes para la seguridad.

Autenticación de usuario (PIN): La tarjeta inteligente soporta verificación de usuario (CHV- *Card Holder verification*). Esta operación es realizada comprobando el código facilitado por la entidad externa a través del correspondiente comando.

Cada código CHV tiene el propio contador de intentos. Tras una presentación válida de PIN, el contador de reintentos correspondiente es automáticamente puesto al valor inicial (típicamente = 3). El contador de intentos es decrementando cada vez que se realiza una presentación errónea, que puede llegar a bloquearlo si el contador llega a cero.

Autenticación mutua: Este procedimiento permite que cada una de las partes (tarjeta y aplicación externa) confíe en la otra, mediante la presentación mutua de certificados y la verificación. En el proceso, también se incluye el intercambio seguro de unas claves de sesión, que deberán ser utilizadas para cifrar todos los mensajes intercambiados posteriormente. Este servicio permite el uso de diferentes alternativas, que podrán seleccionarse implícitamente en función de la secuencia de comandos, o explícitamente, indicando el identificador de algoritmo en un comando de gestión de entorno de seguridad anterior.

Las dos opciones disponibles están basadas en la especificación “CWA 14890-1 *Application Interface for smart cards used as Secured Signature Creation Devices Part 1*” y son las siguientes:

- ✓ Autenticación con intercambio de claves (descrita en el capítulo 8.4 de CWA 14890-1).
- ✓ Autenticación de dispositivos con protección de la privacidad, (descrita en el capítulo 8.5 de CWA 14890-1)

Cifrado de mensajes: La tarjeta inteligente permite la posibilidad de establecer un canal seguro entre el terminal y la tarjeta que cifre los mensajes transmitidos. Para el

establecimiento es necesaria la autenticación previa del terminal y la tarjeta, mediante el uso de certificados. Durante la presencia del canal seguro los mensajes se cifran y autentican, de tal forma que se asegura una comunicación “una a uno” entre los dos puntos originarios del canal. El canal seguro puede ser requerido por la aplicación o puede ser una restricción de acceso impuesta a algún recurso de la tarjeta. Para el establecimiento del canal seguro, en primer lugar, se realiza un intercambio de las claves públicas de la tarjeta y el terminal mediante certificados que serán verificados por ambas partes. A continuación se realiza un protocolo de autenticación mutua, con intercambio de semillas para la derivación de una semilla común que dé lugar a las claves de sesión de cifrado y autenticado. Una vez concluido el protocolo para el establecimiento de la semilla común todos los mensajes deben transmitirse cifrados (14).

1.7 Estándares que rigen el trabajo con tarjetas inteligentes.

ISO ³7816:

La ISO / IEC 7816 es una norma internacional dividida en catorce partes. Las partes 1, 2 y 3 abordan lo relacionado con tarjetas inteligentes de contacto y definen los distintos aspectos de la tarjeta y sus interfaces, incluyendo las dimensiones físicas de la tarjeta, la interfaz eléctrica y de los protocolos de comunicación.

Las partes 4, 5, 6, 8, 9, 11, 13 son relevantes para todos los tipos de tarjetas inteligentes de contacto y sin contacto. Ellas definen la estructura lógica de las tarjetas (archivos y elementos de datos), varios comandos utilizados por la interfaz de programación de aplicaciones para el uso básico, gestión de aplicaciones, la verificación biométrica, servicios de cifrado y la denominación de la aplicación. La parte 10 es utilizada por las tarjetas de memoria para aplicaciones tales como tarjetas telefónicas pre-pagas o máquinas expendedoras. La parte 7 define un enfoque de base de datos relacional seguro para las tarjetas inteligentes basadas en las interfaces SQL (SCQL) (15).

PC/SC:

PC/SC *Personal Computer/SmartCard* (PC/SC) son un conjunto de especificaciones para facilitar la comunicación entre las *smart cards*, los lectores de estas y las computadoras (16). Define una API⁴ de programación que permite a los desarrolladores trabajar con lectores de diversos fabricantes de una misma manera. Define estándares para una variedad de operaciones inteligentes de la tarjeta. Los más comunes son:

³ Organismo Internacional de Normalización: Organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. La función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional (48).

⁴ Interfaz de programación de aplicaciones o API (*Application Programming Interface*) es el conjunto de funciones procedimientos que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

- ✓ Enumerando y describiendo a lectores de *smart cards* adjuntos.
- ✓ Petición de la información sobre estados de la tarjeta y del lector.
- ✓ Cambio de comandos con las tarjetas (17).

Global Platform

Global Platform (GP) es una asociación internacional sin ánimo de lucro. La misión es establecer, mantener y fomentar la adopción de normas para permitir una infraestructura abierta e interoperable para las tarjetas inteligentes, dispositivos y sistemas que simplifica y acelera el desarrollo, despliegue y gestión de aplicaciones en todas las industrias. Según *Global Platform*, a partir de 2009, un estimado de 305,7 millones de tarjetas inteligentes basadas *Global Platform* habían sido desplegados en todo el mundo. Análisis de las soluciones existentes (18). Esta especificación está destinada principalmente a los fabricantes de tarjetas y desarrolladores de aplicaciones que implementan el estándar *Global Platform*. Aunque esta especificación define componentes de la tarjeta, las interfaces de mandatos, las secuencias de transacciones y las interfaces que pueden ser comunes en muchas industrias diferentes, no detalla la aplicación de la seguridad de las capas inferiores, que puede variar de una industria a la otra (19).

1.8 Sistemas Similares

En el mundo existen diversas empresas que se dedican a la fabricación y personalización de documentos de identificación con un alto nivel de seguridad. A continuación se analizan algunos de los sistemas similares a nivel nacional e internacional.

✓ A Nivel Internacional.

Se realiza un estudio de los sistemas similares a nivel internacional para tomar experiencia de cómo realizan el proceso de personalización electrónica y las características fundamentales de los mismos.

Bundesdruckerei: Compañía alemana que ofrece servicios de fabricación de documentos de identificación electrónicos incorporando altos niveles de seguridad en los mismos, además proveen equipos de personalización multifuncionales o modulares indistintamente que permiten la emisión de documentos de identificación con diferentes niveles de producción de acuerdo a las necesidades que sus clientes. Unido a sus equipos de personalización cuentan con suites de personalización modulares como por ejemplo la *PERSOTEC*[®] que les permiten ofrecer soluciones completas de personalización adaptables a las necesidades de cada cliente. Han desarrollado más de 135 millones de carné de identidad y más de 64 millones de pasaportes en la Unión Europea. Hoy suministran documentos de identificación, tarjetas de alta seguridad, billetes, timbres postales y fiscales,

así como toda clase de publicaciones electrónicas, a clientes nacionales e internacionales. Sus soluciones son cerradas, y fundamentalmente utilizan tecnologías privadas, y están en función de los equipos de personalización que ellos proveen. Por estos motivos la adquisición de un sistema de personalización a través de esta empresa no se considera factible para Cuba (5).

Mühlbauer: Empresa alemana consultora e implementadora de la industria de tarjetas inteligentes y pasaportes electrónicos. Ha creado inteligentes soluciones de software para el registro de datos y la gestión de producción, las cuales han sido añadidas a la gama de tarjetas y *TECURITY*. Esta última provee una solución para la emisión de documentos de identidad llamada *TIDIS* (*Tecurity Identity Document Issuance Solution*).

TIDIS es un paquete de soluciones completas que permite a los gobiernos, las imprentas de seguridad y los integradores de sistemas adaptar sus infraestructuras de identificación. Sus sistemas de personalización al igual que en el caso de Bundes están enfocados a los equipos que ellos fabrican aunque dan la posibilidad de una vez adquiridas sus soluciones los clientes si lo desean realicen desarrollos independientes a través de la plataforma de personalización MCES que cotizan como un elemento más de sus soluciones. Tiene como principal desventaja el alto costo de adquisición de sus productos y servicios (6).

✓ A Nivel Nacional.

Se hizo un estudio del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad (SPDI) para conocer detalladamente sus características, el flujo de trabajo de la personalización de los documentos de identificación que realiza y las herramientas utilizadas para el desarrollo de este sistema. El estudio del SPDI constituye el primer paso para lograr integrar de manera satisfactoria este sistema con la solución informática a desarrollar.

Sistema de Personalización de Documentos de Identidad (SPDI): Solución informática desarrollada en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) que forma parte del proyecto Identidad Cuba. Es desarrollado usando tecnologías de punta para la personalización de documentos tanto en papel como otros materiales como PVC (cloruro de polivinilo), poliuretano, policarbonato, con la inclusión de elementos de seguridad durante el proceso de personalización (20). Este sistema es capaz de adaptarse a la personalización de diferentes documentos de identificación, incorporando medidas de seguridad tales como: imagen fantasma, imágenes láseres cambiantes, código de barras bidimensional pero no implementa la personalización electrónica de los documentos. (20).

A partir del estudio realizado de los sistemas existentes tanto a nivel internacional como nacional se tomaron buenas ideas de como realizan el proceso de personalización de los documentos de identificación. Sin embargo que por el alto costo de los que permiten la

personalización electrónica no es factible para Cuba la adquisición de ninguno de ellos. Es por ello que se debe desarrollar una solución informática de personalización electrónica de documentos de identificación que cuente con los elementos de seguridad necesarios. La solución le evitará al país el gasto de la adquisición de un sistema de esta envergadura. Además será integrado al SPDI lo que permite incluir un nuevo valor agregado a este sistema por lo que se podrá comercializar a un precio mayor (20).

1.9 Tecnologías, herramientas y metodología utilizadas.

La selección de las tecnologías, herramientas y metodología está basada en que será desarrollada una solución informática de extensión de funcionalidades del SPDI, sistema que se encuentra desplegado y en funcionamiento como parte del Sistema Único de Identificación Nacional de La República de Cuba (SUIN). Bajo este escenario se decidió asumir las mismas tecnologías, herramientas y metodología, sobre las cuales se construyó dicho sistema para así poder integrarse armónicamente y para facilitar los procesos de despliegue y transferencia tecnológica.

Metodologías de desarrollo.

Para guiar el proceso de desarrollo se utilizó *MSF for CMMI*, ya que es la metodología nativa para construir e implantar sistemas empresariales basados en herramientas y tecnologías Microsoft y CMMI (21) adaptando la misma a las necesidades actuales del SPDI.

Microsoft Solutions Framework (MSF)

MSF es un marco de trabajo de referencia para construir e implantar sistemas empresariales distribuidos basados en herramientas y tecnologías de Microsoft. MSF comprende un conjunto de modelos, conceptos y guías que contribuyen a alinear los objetivos de negocio y tecnológicos, reducir los costos de la utilización de nuevas tecnologías, y asegurar el éxito en la implantación de las tecnologías Microsoft. MSF es el resultado de las experiencias de diferentes áreas de Microsoft con proyectos exitosos (21).

Consta de cinco etapas, en las cuales se generan entregables concretos que ayudan a resolver los requerimientos del cliente de una manera objetiva (22). MSF cuenta con cinco etapas (Ver Ilustración 3):



Ilustración 3: Fases de MSF (22).

Capability Maturity Model Integration (CMMI)

CMMI es un acercamiento a la mejora de procesos que provee a las organizaciones de los elementos esenciales para ejecutar procesos eficaces. Este puede ser usado para guiar la mejora de procesos a través de la vida de un proyecto, una división o una organización completa. *CMMI* establece un conjunto de buenas prácticas para el desarrollo y mantenimiento de productos y servicios, cubriendo el ciclo de vida de un producto desde la concepción hasta la entrega y mantenimiento (23).

MSF for CMMI v4.0 permite el acercamiento a una nueva dimensión, donde el desarrollo integrado fortalece el desarrollo de aplicaciones. Con el uso de la herramienta *Visual Studio* se han unificado dos metodologías que organizan y controlan los procesos de desarrollo de software permitiendo la supervisión de los códigos implementados así como la documentación generada como parte del proceso de desarrollo de software. Esta metodología establece un proceso disciplinado de desarrollo de software que lo hace más predecible y eficiente (24).

Para realizar la descripción de los requisitos funcionales y la realización los casos de prueba, que constituyen dos aspectos muy importantes en el proceso de desarrollo de software, se decidió usar por solicitud del cliente el Expediente de Desarrollo de Proyectos en la versión 3.4 desarrollado y aprobado por la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Entorno de desarrollo integrado.

Como entorno de desarrollo integrado (IDE) se utiliza **Microsoft Visual Studio 2010** ya que es flexible e integrado con el fin de ayudarlo a adoptar prácticas de desarrollo ágiles al ritmo. Tanto si trabaja en modo local como si trabaja en la nube, las herramientas de administración del ciclo de vida de Visual Studio permiten entregar software en ciclos más cortos y con mayor agilidad, a la vez que se aumenta la calidad del software (25).

Desarrollo de applets Java Card.

Para el desarrollo de *applets* se utiliza **Developer Suite Gemalto 3.2** la cual es una herramienta que ofrece un ambiente apropiado para el desarrollo de *applets Java Card*. Es un IDE que proporciona un conjunto de herramientas para crear y depurar *applets Java Card*. Brinda un ambiente favorable para el diseño y la implementación de *applets* y posibilita simular las funcionalidades de los *applets* antes de ser instalados en las tarjetas inteligentes. A diferencia del NETBeans, permite desarrollar aplicaciones para la versión de *Java Card* que poseen las tarjetas utilizadas en el departamento de tarjetas inteligentes del Centro de Identificación y Seguridad Digital (26).

Marco de trabajo de programación.

Como marco de trabajo de programación se utiliza **ASP.NET** el cual es un conjunto de tecnologías de desarrollo de aplicaciones web, comercializado por Microsoft. Es usado por programadores para construir sitios web domésticos, aplicaciones web y servicio XML12. Forma parte de la plataforma .NET de Microsoft y es la tecnología sucesora de la tecnología *Active Server Page (ASP)*.

ASP.NET está construido sobre el *Common Language Runtime*, permitiéndoles a los programadores escribir código ASP.NET usando cualquier lenguaje admitido por el *Framework.NET*. Introduce el concepto del *code-behind*, por el que una misma página se compone de dos ficheros: el de la interfaz de usuario y el código, con ello se facilita la programación de aplicaciones en múltiples capas, lo que se traduce en la total separación entre lo que el usuario ve y lo que la base de datos tiene almacenado. Por lo tanto cualquier cambio drástico de especificaciones minimiza los cambios en la aplicación y maximiza la facilidad de mantenimiento (27).

Lenguaje de desarrollo.

Es utilizado **C#** como lenguaje de programación, puesto que posee varias características que lo convierten en uno de los lenguajes más utilizado por muchos desarrolladores entre las principales se destacan:

- ✓ La plataforma .NET provee un colector de basura que es responsable de administrar la memoria en los programas C#.
- ✓ El manejo de errores está basado en excepciones.
- ✓ Soporta los conceptos como encapsulación, herencia y polimorfismo de la programación orientada a objetos.
- ✓ No existen funciones globales, variables o constantes. Todo deber ser encapsulado dentro de la clase, como un miembro de la instancia (accesible vía una instancia de

clase) o un miembro estático (vía el tipo).

- ✓ Solamente se permite una clase base, si se requiere herencia múltiple es posible implementar interfaces.
- ✓ No es posible utilizar variables no inicializadas
- ✓ No es posible hacer el casteo de un entero a un tipo de referencia (objeto) (28)

Para el desarrollo del applet se utiliza el lenguaje **Java Card** el cual constituye es una de las tecnologías de *Java* más utilizadas; hoy en día hay más de mil millones de dispositivos con soporte *Java Card* (29).

Java Card Permite que las tarjetas inteligentes y otros dispositivos con memoria muy limitada ejecuten pequeñas aplicaciones, llamadas *applet*, que utilizan la tecnología *Java*. Les proporciona a los fabricantes de tarjetas inteligentes una plataforma de ejecución segura e interoperable que puede almacenar y actualizar varias aplicaciones en un único dispositivo. La tecnología *Java Card* es compatible con las normas de tarjetas inteligentes (29).

Si hizo uso de **JQuery** la cual es una biblioteca de JavaScript, creada inicialmente por John Resig, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML⁵, manejar eventos, desarrollar animaciones. Fue presentada el 14 de enero de 2006 en el BarCamp NYC.⁶ JQuery es la biblioteca de JavaScript más utilizada (30).

JQuery es software libre y de código abierto y permite uso en proyectos libres y privativos. JQuery, al igual que otras bibliotecas, ofrece una serie de funcionalidades basadas en JavaScript que de otra manera requerirían de mucho más código, es decir, con las funciones propias de esta biblioteca se logran grandes resultados en menos tiempo y espacio (31).

Servidores Web.

Se utiliza el servidor web **Internet Information Services 7** un componente de Windows que convierte un sistema Windows en un servidor de Internet. Engloba un conjunto de herramientas destinadas al control de servicios de Internet como el web, FTP, correo y servidores de noticias. Incluye el soporte necesario para la creación de páginas dinámicas en el servidor mediante el lenguaje ASP. Este servicio de software admite la creación, la configuración y la administración de los sitios web, así como otras funciones de Internet. Los requisitos de hardware para que funcione en buenas condiciones, dependen de las exigencias específicas del servidor, del número potencial de usuarios conectados, de

⁵ HTML, siglas de *HyperText Markup Language* («lenguaje de marcas de hipertexto»), hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web.

⁶ El BarCamp es una red internacional de eventos abiertos y participativos, cuyo contenido es provisto por los participantes. Se enfocan en aplicaciones web en estadios tempranos, tecnologías de código abierto y protocolos sociales.

eventuales interconexiones con base de datos, entre otros. En la actualidad es el segundo más popular sistema de servidor web (32).

Plataforma de desarrollo.

Como plataforma de desarrollo se utiliza **NET Framework 4.0** que proporciona servicios para la construcción, implementación y ejecución de escritorio, Web y aplicaciones de telefonía y servicios web. Se compone de *Common Language Runtime* (CLR), que proporciona la gestión de memoria y de otros servicios del sistema, y una extensa biblioteca de clases, que incluye la prueba, código reutilizable para todas las principales áreas de desarrollo de aplicaciones (33).

El *.NET Framework 4* es compatible con las aplicaciones que se construyen con versiones del *Framework* anteriores, a excepción de algunos cambios que se hicieron para mejorar la seguridad, el cumplimiento de las normas, la exactitud, la fiabilidad y el rendimiento. Posee una característica llamada *In-Process Side-by-Side Execution* la cual permite a una aplicación cargar y comenzar a múltiples versiones de *.NET Framework* en el mismo proceso. Puede ejecutar aplicaciones que cargan complementos (o componentes) que se basan en el *.NET Framework 2.0 SP1* y complementos que se basan en el *.NET Framework 4* en el mismo proceso. Los componentes más antiguos siguen utilizando el viejo *.NET Framework*, y los nuevos componentes utilizan el nuevo *.NET Framework* (33).

Windows Communication Foundation

Para crear un servicio que permita acceder de forma remota a las funcionalidades del *middleware* a desarrollar se utiliza **Windows Communication Foundation** (WCF) es el modelo de programación unificado de Microsoft para generar aplicaciones orientadas a servicios. Permite a los programadores generar soluciones con transacción segura y de confianza, que se integren en diferentes plataformas y que interoperen con las versiones existentes (34). WCF se ha diseñado para ofrecer un enfoque manejable para la creación de servicios web y clientes de servicios web.

Lenguaje de modelado.

Se utilizó el **Lenguaje Unificado de Modelado** (UML, por sus siglas en inglés, *Unified Modeling Language*) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y usado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para especificar, visualizar, construir y documentar un sistema de software. UML ofrece un estándar para describir un modelo del sistema, abarcando aspectos conceptuales tales como procesos de negocios y funciones del sistema y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes de software reutilizables. Está concebido para

ser utilizado en herramientas interactivas de modelado visual que tengan generadores de código así como generadores de informes. La especificación de UML no define un proceso estándar pero está pensado para ser útil en un proceso de desarrollo (35).

Para el modelado de los diagramas de proceso de negocio fue utilizado **BPMN** (por, sus siglas en inglés, *Business Process Management Notation*) el cual es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio en un formato de flujo de trabajo. Constituye un nuevo estándar de modelado de los asuntos de negocio, donde se presentan gráficamente las diferentes etapas del proceso. La notación ha sido diseñada específicamente para coordinar la secuencia de eventos y los mensajes que fluyen entre los diferentes procesos participantes. BPMN cubre casi totalmente los patrones de flujos de trabajo con los cuales se especifican los procesos (36).

Herramientas CASE7.

Como herramienta de modelado se utiliza **AltovaUModel 2010** es una potente herramienta de diseño y modelado *UML 2*. Es compatible con los 14 tipos de diagramas *UML 2.4*. Compatible con los 9 tipos de diagrama *SysML* para el modelado de sistemas integrados y con el modelado procesos de negocio (*BPMN 1.0* y *2.0*). Permite el diseño visual de modelos de aplicaciones en *UML* y es capaz de generar código *Java*, *C#* o *Visual Basic.NET* y documentación del proyecto. Combina una rica interfaz visual, además de incluir las más altas funcionalidades para potenciar a los usuarios con las más completas ventajas del desarrollo del producto (37).

Altova como herramienta *CASE* es capaz de generar automáticamente diagramas de secuencia múltiple para las operaciones de ingeniería inversa en las clases de traza de la ejecución de aplicaciones. Modifica el código o modelos *UML* y añade un esquema único para el modelado de esquemas *XML* en *UML*. Permite generar la documentación en *HTML*, *Word* y *RTF*, así como hipervínculos a los diagramas *UML* para diagramas de otros archivos externos, o sitios Web. Los diagramas son organizados en una jerarquía de paquetes y se pueden manejar de dos formas, ya sea en la vista de modelo (que muestra la jerarquía entera), o en la vista de diagrama (donde son agrupados por tipo de diagrama) (37).

1. 10 Conclusiones parciales

- ✓ La obtención del marco teórico de la investigación permitió un estudio exhaustivo del proceso de personalización electrónica de documentos de identificación y el análisis de los sistemas homólogos existentes. Además, demostró que existen diferentes sistemas que llevan a cabo la personalización de estos documentos, pero no todos están

⁷CASE: Ingeniería de Software Asistida por Computadora. (por sus siglas en inglés: **Computer Aided Software Engineering**)

capacitados para personalizar electrónicamente dichos documentos, mientras que otros tienen como limitante el alto precio que alcanzan.

- ✓ El análisis del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, permitió identificar la necesidad de asumir las tecnologías, herramientas y metodología definidas por este sistema, para que se logre una integración armónica con el mismo y así se facilite los procesos de despliegue y transferencia tecnológica.
- ✓ El estudio, el análisis y la fundamentación consultada del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, evidenció la necesidad de desarrollar una solución informática para llevar a cabo la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de los documentos de identificación, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes.

Capítulo II: Propuesta de solución.

2.1 Introducción

En este capítulo se muestra la solución propuesta y se profundiza en ella, basado en el análisis de los resultados de las entrevistas, la observación y el análisis documental. Se realiza el levantamiento de requisitos necesarios para que la solución informática funcione correctamente, teniendo en cuenta el proceso de personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes. Además, se presenta la arquitectura propuesta en conjunto con la descripción de sus aspectos más importantes. En esta sección se realizan las actividades presentes dentro de los flujos de trabajo que sugiere la metodología que se seleccionó en el capítulo de la fundamentación teórica, para iniciar el desarrollo de un proyecto.

2.2 Propuesta de solución.

La solución informática tendrá una interfaz web que permitirá la personalización electrónica de documentos de identificación y el control de la calidad de dicha personalización. Estará compuesta por el Applet que se encontrará en la tarjeta y el Middleware que será el encargado de comunicarse con el Applet instalado en la tarjeta para realizar el proceso de personalización y el de control de calidad. La comunicación entre las interfaces y el *Middleware* se realizará a través de un servicio de *Windows Communication Foundation (WCF)*. El proceso de personalización electrónica comienza con la entrada de los datos que se desean insertar en la tarjeta. Estos datos son adquiridos desde una base de datos Oracle la cual poseerá todos los datos necesarios de la persona propietaria de la tarjeta. Luego se revisa la integralidad de los datos para evitar la ausencia de información. Posteriormente se procede a la inserción de los datos en el chip de la tarjeta inteligente.

Al finalizar este proceso, el documento de identificación debe pasar por el proceso de control de la calidad en el cuál se revisan que los datos que posee la tarjeta son igual que los que se insertaron en el proceso de personalización. Para la realización de este proceso la solución informática debe extraer los datos del propietario del documento de identificación desde la base de datos y luego realiza una comparación entre estos datos y los que posea el documento de identificación. Si estos datos concuerdan, el documento se encuentra personalizado correctamente y se le da salida. En caso contrario se debe realizar nuevamente el proceso de personalización.

El Middleware debe poseer todas las funcionalidades para la realización el proceso de personalización electrónica y para el control de la calidad de dicha personalización. Por otro lado el *applet* que será instalado dentro de la tarjeta debe poseer las funcionalidades

necesarias para realizar estos procesos. Además para incrementar la seguridad de los datos se hará uso del canal seguro de Global Platform el cuál impedirá que los datos sean modificados por personas o sistemas no autorizados.

2.2.1 Diagrama de procesos



Ilustración 4: Diagrama del Proceso de Personalización Electrónica.

Descripción del diagrama del proceso de personalización electrónica.

Para llevar a cabo el proceso de personalización electrónica, el personalizador en la interfaz de usuario, selecciona una solicitud de personalización electrónica, estos datos que contiene la solicitud son enviados al *middleware*. El *middleware* es el encargado de realizar la transformación de los datos, luego estos son enviados a través de un lector de tarjetas inteligentes al *applet* el cual realiza el almacenamiento de los datos (Ver Ilustración 4).

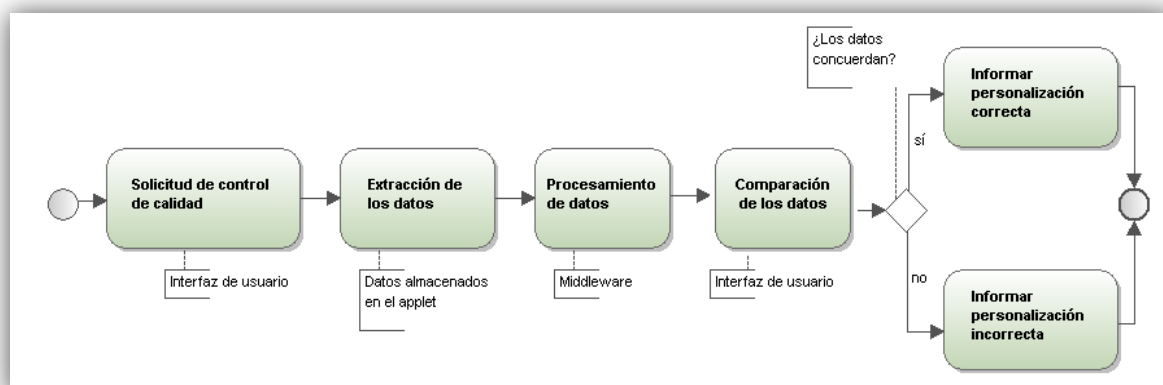


Ilustración 5: Diagrama del proceso de Control de la calidad de la personalización electrónica.

Descripción del diagrama del proceso de control de la calidad de la personalización electrónica.

Para llevar a cabo el proceso de control de la calidad de la personalización electrónica, el controlador de la calidad selecciona una solicitud de control de la calidad y se muestran en la interfaz los datos de la misma. El *middleware* extrae los datos almacenados en el documento de identificación y los transforma para luego ser mostrados en la interfaz de

usuario donde se realizará la comparación entre los datos pertenecientes a la solicitud y los extraídos del documento. Si los datos concuerdan se notifica la correcta personalización del documento de identificación. De lo contrario, se notifican los errores detectados y el documento de identificación debe ser personalizado nuevamente (Ver Ilustración 5).

2.2.2 Listado de requisitos funcionales

Los requisitos funcionales describen las funciones que el software va a ejecutar; por ejemplo, ajustarse a un formato de texto o modular una señal. Se conocen también como capacidades del sistema (38). A continuación se realiza la definición de los requisitos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de la solución informática.

Requisitos funcionales de la Interfaz:

- RF1** Personalizar electrónicamente el documento de identificación.
- RF2** Controlar la calidad de la personalización electrónica.
- RF3** Listar las solicitudes de personalización electrónica.
- RF4** Mostrar detalles de la solicitud de personalización electrónica.

Requisitos funcionales del Middleware:

- RF5** Registrar datos del titular en el Applet.
- RF6** Obtener datos almacenados en el Applet.

Requisitos funcionales del Applet:

- RF7** Almacenar datos del titular.
- RF8** Obtener datos del titular.

2.2.3 Descripción de los roles.

| Rol | Objetivo |
|------------------------|---|
| Personalizador | Es la persona encargada del proceso de personalización electrónica del documento de identificación. |
| Controlador de calidad | Es la persona encargada de realizar el de control de la calidad del proceso de personalización electrónica de los documentos de identificación. |

Tabla 1: Descripción de roles.

2.2.4 Priorización de los requisitos.

Es de gran importancia la priorización de los requisitos ya que permite identificar los más relevantes para darle un tratamiento diferenciado durante la implementación, por ejemplo los requisitos que sean de prioridad alta se implementarán en las primeras iteraciones. Los

requisitos se clasificarán en prioridad Baja la cual se simboliza con el número 2, Media con el número 3 o Alta con el número 5. La tabla correspondiente a la prioridad de los requisitos a desarrollar se encuentra en el Anexo 2.

2.2.5 Plan de Iteraciones.

Para lograr la implementación en tiempo de la solución informática de extensión de funcionalidades del SPDI para la personalización electrónica y control de la calidad de la de la misma, es necesario hacer una estimación del tiempo que tomará ejecutar la codificación de cada uno de los requisitos. En relación con la prioridad que tenga cada requisito se decide cuáles de ellos se desarrollarán en las primeras iteraciones, pues las funcionalidades críticas del sistema deben ser codificadas en las iteraciones más tempranas del ciclo de vida. Los requisitos divididos por cada elemento a desarrollar con sus correspondientes iteraciones se encuentran en el Anexo 3.

La Implementación de los requisitos estará dividida en cuatro iteraciones.

Iteración 1: Se desarrollan los requisitos con prioridad 5.

Iteración 2: Se desarrollan los requisitos con prioridad 3 y se le da solución a las no conformidades que se presentaron en la iteración 1.

Iteración 3: Se desarrollan los requisitos con prioridad 2 y se le da solución a las no conformidades que se presentaron en la iteración 2.

Iteración 4: Se le da solución a las no conformidades que se presentaron en la iteración 3.

2.2.6 Descripción de los Requisitos Funcionales.

| | |
|---|--|
| Interfaz | |
| Número: RF1 | Nombre del requisito: Personalizar electrónicamente el Documento de Identificación. |
| Programador: Jasiel Téllez Cantillo | Iteración Asignada: 3 |
| Prioridad: Media | Tiempo Estimado: 7 |
| Riesgo en Desarrollo: Variación de la cantidad de campos a llenar. | Tiempo Real: 5 |
| Descripción: Para personalizar el documento de identificación el sistema debe registrar en el mismo los datos del titular que posee la solicitud de personalización. | |

Tabla 2: Descripción del RF1: Personalizar electrónicamente el Documento de identificación.

La descripción completa de cada requisito funcional se muestra en el Anexo 4.

2.2.7 Requisitos no funcionales.

Los requisitos no funcionales son los que actúan para obligar a funcionar la solución. Se conocen también como apremios o requisitos de calidad. Pueden ser clasificados más a fondo en: requisitos de funcionamiento, requisitos de seguridad, requisitos de confiabilidad o uno de muchos otros tipos de requisitos del software (38).

Requisitos no Funcionales de software:

RNF1. Utilizar Sistema Operativo *Windows XP* o superior de 32bits.

RNF2. Tener instalado el driver del lector incorporado.

RNF3. Tener instalado el DGM⁸ para el acceso al lector.

Requisitos no funcionales de hardware:

RNF4. Poseer un lector de tarjetas inteligentes.

Requisitos no funcionales de diseño e implementación:

RNF5. Utilizar las tecnologías que brinda el *Framework .NET* en la versión 4.0 sobre la programación orientada a objetos.

RNF6. La solución informática debe implementarse usando el lenguaje *C#*.

RNF7. La solución informática debe desarrollarse usando el entorno de desarrollo *Visual Studio 2010*.

Requisitos no funcionales de seguridad:

RNF8. Poseer un canal seguro de *Global Platform* para la comunicación entre el *Middleware* y el *Applet*.

Requisitos no funcionales de rendimiento:

RNF9. La solución informática a desarrollar debe ser capaz de procesar las solicitudes en un tiempo menor a tres segundos.

2.3 Definición de la arquitectura.

La arquitectura utilizada en la solución informática es la arquitectura N-Capas, representada por 4 capas que dan un alto nivel de encapsulamiento de las responsabilidades, permitiendo reducir al máximo el acoplamiento y aumentar la reutilización entre las mismas. Esta distribución de las capas permite que se realicen grandes cambios sin tener que realizar cambios en las demás capas. Una vez que estas estén bien definidas la comunicación entre ellas se realizará solo a nivel de interfaces que permiten trabajar de manera transparente a las instancias reales (39).

DGM: Control centralizado de dispositivos (por sus siglas en inglés: *Device Grid Manager*)

Diagrama de Arquitectura N-Capas.

La solución informática está compuesta por las siguientes capas (Ver Ilustración 6):

Capa Presentación: Se encuentran las interfaces de usuario que permiten mostrar las solicitudes de personalización las solicitudes del control de la calidad permitiéndole al usuario atender a las mismas. Esta capa se comunica únicamente con la del negocio mediante el envío de peticiones.

Capa del Negocio: Es donde residen los programas que se ejecutan durante la ejecución de la aplicación. Esta capa se comunica con la de presentación, para recibir las peticiones y presentar los resultados, y con la de acceso a datos, para interactuar con la base de datos, consultando y modificando sus informaciones. En la misma se encuentra el Middleware y el Applet que son los encargados de interactuar con la tarjeta. También se encuentra en esta capa el servicio SPDIService, el cual posee funcionalidades que posibilitan la lógica del negocio.

Capa de Acceso a Datos: Es la encargada de acceder y modificar los datos almacenados en la base de datos y la única que interactúa con la misma. Está compuesta por el Servicio de *Windows Communication Foundation (WCF) SPDIService*, el cual posee las funcionalidades necesarias para que esta capa cumpla la función.

Base de datos del SPDI: Es donde se encuentran almacenados los datos que son utilizados durante el flujo de trabajo del SPDI.

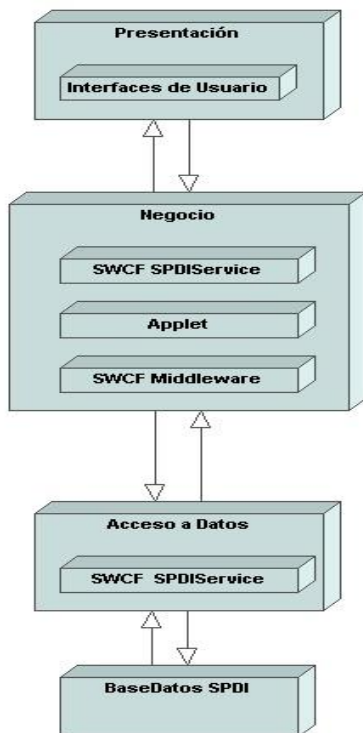


Ilustración 6: Diagrama de Arquitectura (Elaboración Propia).

2.4 Patrones de Diseño

El desarrollo de un sistema conlleva, en la mayoría de las ocasiones, a darle solución a problemas muy complejos que ya alguien más ha resuelto. Por esta razón uno de los pasos a tener en cuenta cuando se decide desarrollar un proyecto de software es identificar qué patrones pueden ser utilizados. Entiéndase por patrón como una solución estándar para un problema común de programación (40).

De los patrones GOF⁹ se aplicó a la solución informática desarrollada el siguiente:

Fábrica: Provee de una interfaz para crear familias de objetos relacionados o dependientes sin especificar los tipos concretos de clases (40). El uso se encuentra centrado a la creación los conectores correspondientes al acceso a datos que se esté utilizando, así como en la obtención de los servicios a utilizar. El uso de este patrón en la solución informática desarrollada se evidencia en la clase *interface* ISmartCardReaderService la cual establece las funcionalidades que debe implementar la clase SmartCardReaderService que hereda de la misma (Ver Ilustración 7).

```
namespace MiddlewareService
{
    // NOTE: You can use the "Rename" command on the "Refactor" menu
    [ServiceContract]
    public interface ISmartCardReaderService
    {
        [OperationContract()]
        bool Connect();

        [OperationContract()]
        void Disconnect();

        [OperationContract()]
        Solicitud_Personalizacion GetData();

        [OperationContract()]
        bool Personalization(Solicitud_Personalizacion solicitud);

        [OperationContract()]
        string Status();
    }
}
```

Ilustración 7: Ejemplo de uso del patrón Fábrica en la solución informática desarrollada.

Entre los patrones GRASP¹⁰ utilizados se encuentran:

Controlador: Los sistemas reciben eventos de entrada externos, normalmente a través de una GUI manejada por una persona. Otros medios de entrada pueden ser mensajes externos, como en un conmutador de telecomunicaciones para el procesamiento de

⁹ Los patrones GoF (*Gang of Four*, en español Pandilla de los Cuatro, formada por Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides) se clasifican en 3 categorías que tienen como propósito: creacionales, estructurales y de comportamiento.

¹⁰ **GRASP** son *patrones generales de software para asignación de responsabilidades*, es el acrónimo de "GRASP (*object-oriented design General Responsibility Assignment Software Patterns*)". Aunque se considera que más que patrones propiamente dichos, son una serie de "buenas prácticas" de aplicación recomendable en el diseño de software.

llamadas, o señales desde sensores, como en sistemas de control de procesos. En todos los casos, si se utiliza un diseño de objetos, se debe escoger algún manejador para estos eventos. El patrón Controlador proporciona guías acerca de las opciones generalmente aceptadas y adecuadas (41). El uso de este patrón en la solución informática desarrollada se evidencia en la clase SmartCardReaderService la cual posee las funcionalidades para manejar los eventos que son enviados desde las interfaces de usuario del sistema (Ver Ilustración 8).

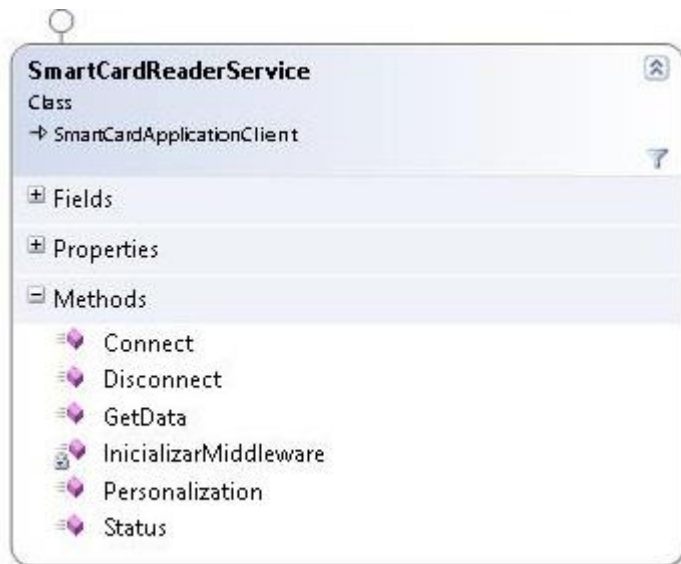


Ilustración 8: Ejemplo de uso del patrón Controlador en la solución informática desarrollada.

Creador: El patrón Creador guía la asignación de responsabilidades relacionadas con la creación de objetos, una tarea muy común. La intención básica del patrón Creador es encontrar un creador que necesite conectarse al objeto creado en alguna situación. Elijiéndolo como el creador se favorece el bajo acoplamiento (41). Este patrón es utilizado por varias clases de la solución informática desarrollada. Un ejemplo de estas es la clase `SmartCardReaderService` donde el método `AlmacenarTexto01` crea una instancia de la clase `APDUSetText01` para la creación de un comando para enviarlo al *Applet* (Ver Ilustración 9).

```
public void AlmacenarTexto01(string texto01)
{
    if (CardReaderConnected)
    {
        try
        {
            APDUSetText01 comando = new APDUSetText01(Converter.StringToByteArray(texto01, Encoding.ASCII));
            APDUResponse respuesta = clienteGlobalPlatform.SendSecureAPDU(comando);
            VerificarComandoRespuesta(respuesta);
        }
        catch (Exception ex)
        {
            throw new Exception("Error almacenando Texto01.", ex);
        }
    }
}
```

Ilustración 9: Ejemplo de uso del patrón Creador en la solución informática desarrollada.

Experto: El patrón Experto se utiliza con frecuencia en la asignación de responsabilidades; es un principio de guía básico que se utiliza continuamente en el diseño de objetos. El Experto no pretende ser una idea oscura o extravagante; expresa la intuición común de que los objetos hacen las cosas relacionadas con la información que tienen (41). Un ejemplo de la utilización de este patrón en la solución informática desarrollada es la clase SmartCardReaderService la cual posee la funcionalidad InicializarMiddleware debido a que es la única que posee la información necesaria para inicializar el *Middleware* (Ver Ilustración 10).

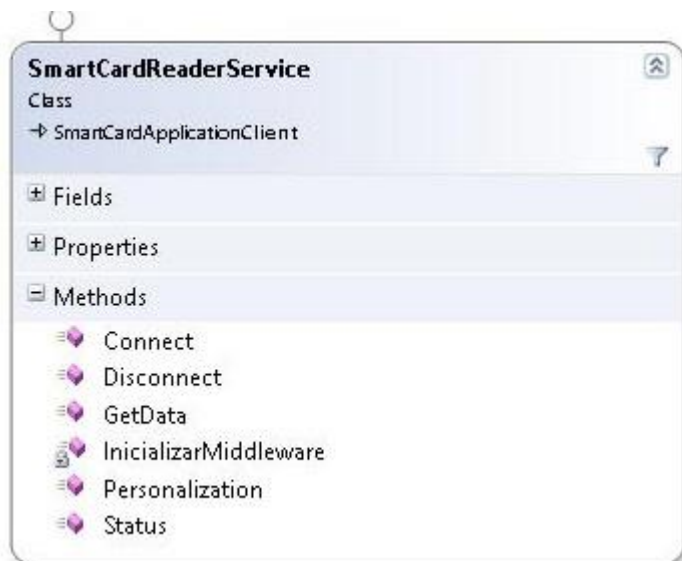


Ilustración 10: Ejemplo de uso del patrón Experto en la solución informática desarrollada.

Bajo Acoplamiento: El patrón de Bajo Acoplamiento es un principio a tener en mente en todas las decisiones de diseño; es un objetivo subyacente a tener en cuenta continuamente. Es un principio evaluativo que aplica un diseñador mientras evalúa todas las decisiones de diseño. Se encarga de asignar una responsabilidad de manera que el acoplamiento permanezca bajo, dando respuesta a la interrogante ¿cómo soportar bajas dependencias, bajo impacto del cambio e incremento de la reutilización? (41) Este patrón se evidencia en la relación existente entre las clases de la solución las cuales dependen solamente de las clases necesarias para realizar sus funciones garantizando así un bajo acoplamiento (Ver Ilustración 13).

Alta Cohesión: En cuanto al diseño de objetos, la cohesión es una medida de la fuerza con la que se relacionan y del grado de focalización de las responsabilidades de un elemento. Un elemento con responsabilidades altamente relacionadas, y que no hace una gran cantidad de trabajo, tiene alta cohesión. Estos elementos pueden ser clases, subsistemas, etcétera. El patrón Alta Cohesión se encarga de asignar una responsabilidad de manera que la cohesión permanezca alta resolviendo la problemática ¿cómo mantener la complejidad

manejable? (41) Este patrón se encuentra evidenciado en las clases de la solución desarrollada debido a que cada clase se encarga de realizar las funcionalidades relacionadas a un área específica evitando que una misma clase realice funciones que no le correspondan. Garantizando así una alta cohesión y facilitando el entendimiento y reutilización de las clases. Por ejemplo la clase `Solicitud_Personalización` se encarga solamente de manejar los datos pertenecientes a una solicitud de personalización (Ver Ilustración 15).

2.5 Estándar de codificación.

Con el uso de estos estándares se logra elevar la capacidad de mantenimiento del código, sirve como punto de partida para los programadores manteniendo un estilo de programación uniforme y que sea el mismo en todo momento y ayuda a mejorar el proceso de codificación haciéndolo en gran medida eficiente y en muchos casos reutilizables. Con el objetivo de facilitar el mantenimiento del software se emplearon los siguientes estándares de codificación definidos por el SPDI.

Para la capitalización de los identificadores se utilizan los convenios *Pascal* y *Camel*. Ambos consisten en utilizar las mayúsculas como separadores de palabras. Solo se diferencian en el carácter con que se inicia el identificador, en el caso de *Pascal* este carácter es en mayúscula, mientras que en *Camel* es en minúscula (Ver Ilustración 11). *Pascal* se utiliza para identificadores de carpetas, archivos, clases y métodos mientras que *Camel* se emplea para identificadores de variables y parámetros (Ver Ilustración 12).

```
[OperationContract()]  
bool PersonalizationE(Solicitud_Personalizacion solicitudId);
```

Ilustración 11: Ejemplo de utilización del estándar de codificación *Pascal* en la implementación de la solución informática.

```
[OperationContract()]  
bool PersonalizationE(Solicitud_Personalizacion solicitudId);
```

Ilustración 12: Ejemplo de utilización del estándar de codificación *Camel* en la implementación de la solución informática.

2.6 Diagrama de Clases.

El diagrama de clases es un diagrama de tipo estático, que describe la estructura de un sistema representando las clases que serán utilizadas, sus atributos y las relaciones que existen entre ellas. Las clases del sistema están organizadas de una forma estructural adecuada según lo necesario en cada una de ellas, lo que las hace fáciles de manipular y permite que se interrelacionen siempre que se necesite. Fueron diseñadas las clases de los componentes principales de la solución informática.

Diagrama de Clases de la Interfaz.

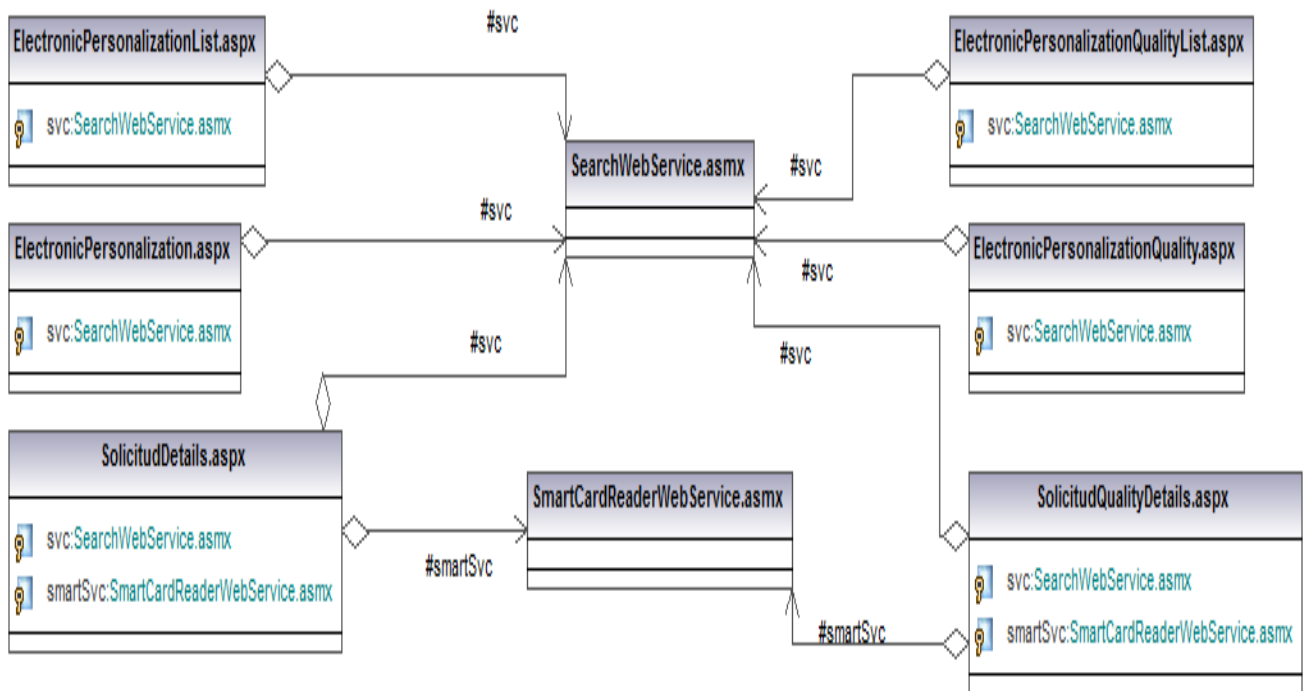


Ilustración 13: Diagrama de clases de la Interfaz.

Descripción de las clases de la Interfaz.

La solución cuenta con ocho clases fundamentales para la interfaz visual. La interfaz web `ElectronicPersonalizationList.aspx` es la encargada de mostrar las órdenes de personalización. La interfaz web `ElectronicPersonalization.aspx` es la encargada de mostrar las solicitudes de personalización que poseen las órdenes de personalización. La interfaz web `SolicitudDeetails.aspx` es la que muestra los datos de una solicitud y desde esta se envían los datos para personalizar el documento de identificación. Las interfaces web `ElectronicPersonalizationQualityList.aspx`, `ElectronicPersonalizationQuality.aspx` y `SolicitudQualityDetails.aspx` son las encargadas de listar las órdenes de control de calidad, listar las solicitudes de las órdenes de control de la calidad y mostrar los detalles de la solicitud de control de la calidad respectivamente. La interfaz `SolicitudQualityDetails.aspx` además es la encargada de realizar la comparación de los datos de la solicitud con los datos almacenados en el documento de identificación. La clase `SearchWebService.asmx` es la encargada de comunicarse con el servicio de *Windows Communication Foundation* para el acceso a los datos. La clase `SmartCardReaderService.asmx` es la que se comunica con el servicio *Middleware* para realizar la personalización y control de la calidad de la personalización(Ver Ilustración 13).

Diagrama de Clases del Applet.

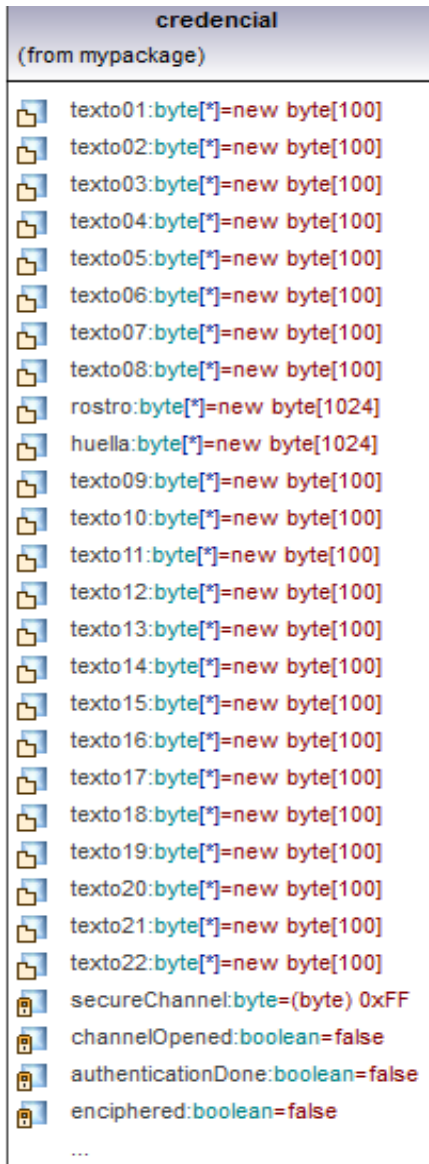


Ilustración 14: Diagrama de clases del Applet.

Descripción de las clases del Applet.

La clase credencial es la clase principal del Applet y posee las funcionalidades principales para el funcionamiento del mismo. Permite la instalación, autenticación y selección del Applet así como las funcionalidades para almacenar y obtener los datos del titular del documento de identificación (Ver Ilustración 14).

Diagrama de Clases del *Middleware*.

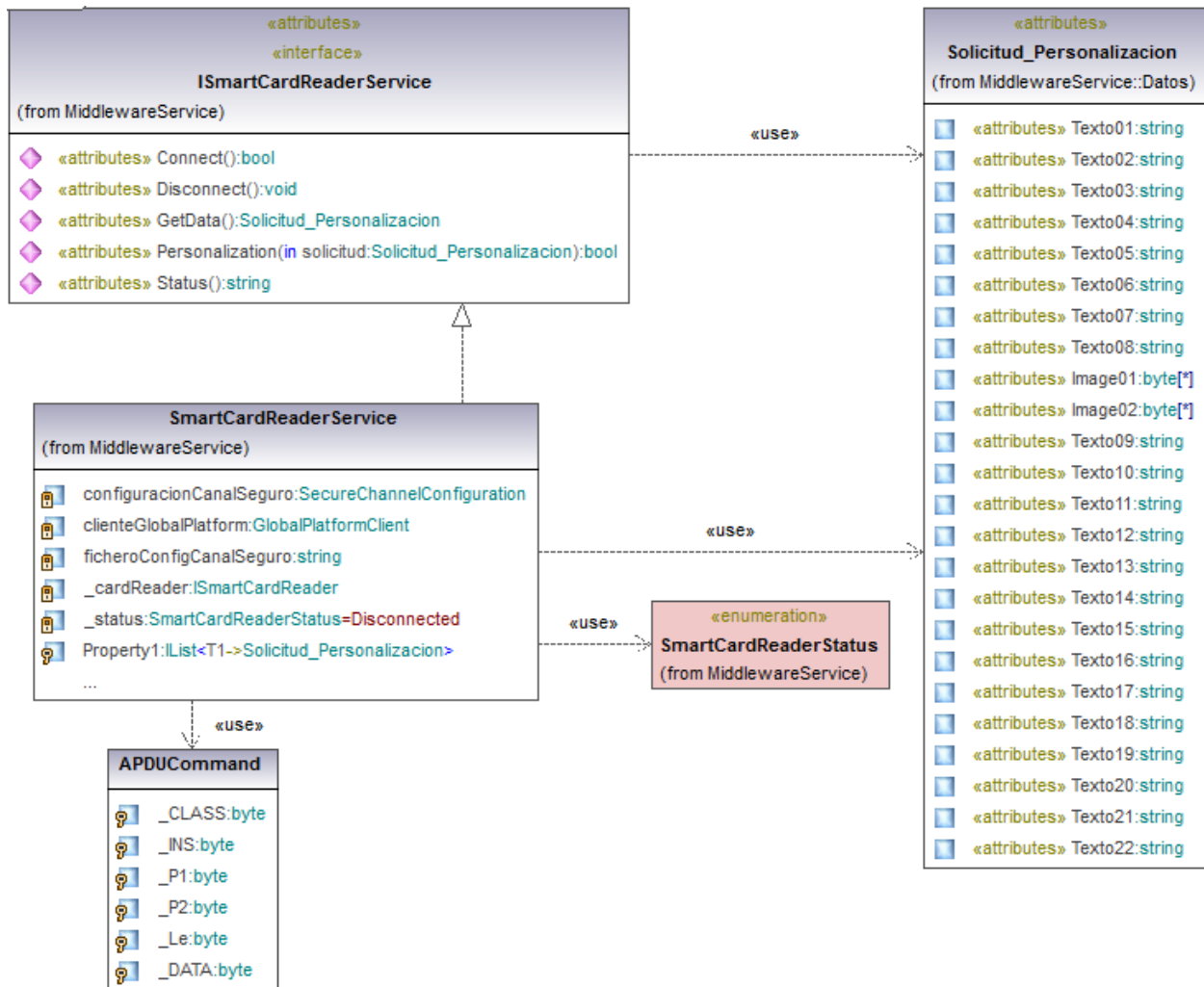


Ilustración 15: Diagrama de clases del *Middleware*.

Descripción de las clases de la *Middleware*.

La clase *interface* `ISmartCardReaderService` posee las funcionalidades que brinda el servicio *Middleware*. La clase `SmartCardReaderService` es la encargada de la lógica del negocio ya que posee las funcionalidades necesarias para realizar la comunicación con el lector de tarjetas inteligentes así como el envío de los datos al Applet para realizar la personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización. La clase `APDUCommand` posee los parámetros de un comando APDU por lo que permite la creación de los comandos necesarios para la comunicación con el Applet. De esta clase heredan variadas clases que representan los comandos APDU específicos que interpreta el *Applet* de la solución. La clase entidad `Solicitud_Personalizacion` es la que posee los datos del titular del documento de identificación.

2.7 Conclusiones parciales

- ✓ El análisis del objeto de estudio permitió la definición de los requisitos funcionales con los que debe cumplir la solución informática.
- ✓ El modelado de procesos permitió una mejor comprensión del flujo del proceso de personalización electrónica de los documentos de identificación y el control de la calidad de la personalización electrónica.
- ✓ El modelado del diagrama de clases permitió tener una visión más exacta de cómo debería quedar implementado cada componente de la solución informática y las interacciones existentes entre las clases.
- ✓ Se describió la arquitectura del sistema y las funciones de cada una de las capas para asegurar que cada nivel se especialice en una actividad específica, evitando la dependencia a una sola tecnología o aplicación.

Capítulo III. Implementación y Pruebas.

3.1 Introducción

En este capítulo se describen y modelan las clases y funcionalidades que dan solución al problema de la investigación. Además, se realizan las pruebas unitarias y las pruebas de caja negra para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos.

3.2 Diagrama de Despliegue.

Un diagrama de despliegue es un modelo de objetos que describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuyen las funcionalidades entre los nodos de cómputo. Cada nodo representa un recurso de cómputo, normalmente un procesador o un dispositivo similar.

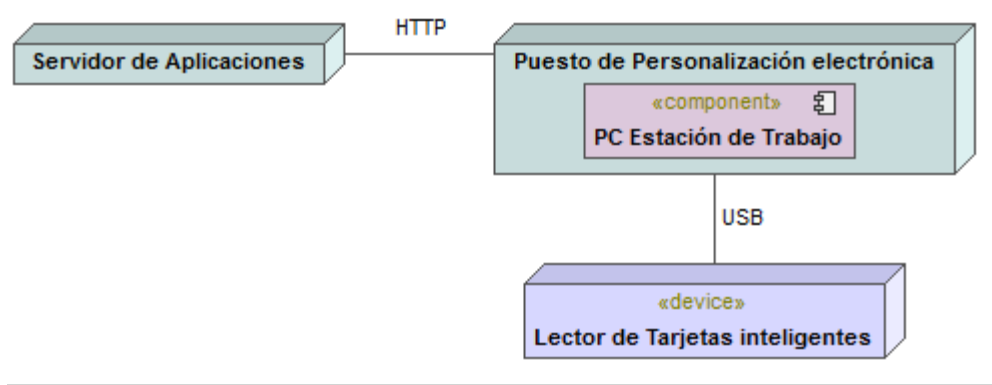


Ilustración 16: Diagrama de Despliegue (Elaboración propia).

Descripción del Diagrama de Despliegue.

El Puesto de Personalización Electrónica posee el Lector de tarjetas inteligentes el cual estará conectado a este mediante los puertos USB¹¹.

El Puesto de Personalización Electrónica se conecta al Servidor de Aplicaciones mediante el protocolo HTTP (Ver Ilustración 16).

3.3 Diagrama de Componentes.

Un diagrama de componentes permite visualizar con más facilidad la estructura general del sistema y el comportamiento del servicio que estos componentes proporcionan y utilizan a través de las interfaces.

¹¹ Universal serial Bus: Puerto de Serie Universal: es una entrada o acceso para que el usuario pueda compartir información almacenada en diferentes dispositivos.

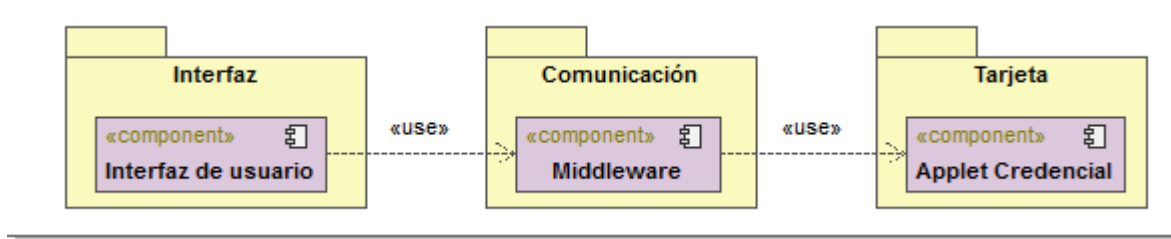


Ilustración 17: Diagrama de Componentes (Elaboración propia).

Descripción del Diagrama de Componentes.

En el diagrama de componentes del flujo de trabajo para la personalización electrónica de documentos de identificación, refleja todos aquellos componentes que conforman la solución propuesta. La solución se encuentra dividida en tres paquetes de componentes (Ver Ilustración 17):

El paquete Interfaz que contiene la Interfaz de usuario que corresponde a la personalización electrónica de los documentos de identificación y al control de la calidad de la personalización. El paquete Comunicación contiene al Middleware que posee las funcionalidades para comunicarse con el Applet y que permite a la Interfaz acceder a los métodos del Middleware de manera remota usando un servicio de WCF. El paquete Tarjeta que contiene Applet Credencial que es el encargado de almacenar los datos del titular dentro de la tarjeta.

3. 4 Interfaces de usuario

Interfaces de usuario para la personalización

La interfaz de usuario Órdenes de Personalización es la encargada de listar todas las órdenes de personalización electrónica existentes en el SPDI. Las cuales pueden ser filtradas por los campos Área, Tipo de Documento, Número de Orden y Oficina. (Ver Ilustración 18).

La interfaz de usuario Solicitudes de Personalización es donde se listan las solicitudes de personalización correspondientes a las órdenes seleccionadas en la interfaz Órdenes de Personalización. Esta interfaz permite la selección de una solicitud para la posterior personalización. (Ver Ilustración 19).

La interfaz Solicitud es la encargada de mostrar los detalles de la solicitud seleccionada en la interfaz Solicitudes de Personalización permitiéndole al personalizador realizar la personalización del documento de identificación.(Ver Ilustración 20).

La interfaz de usuario Órdenes de Control de Calidad es la encargada de listar todas las órdenes de control de la calidad de la personalización electrónica existentes en el SPDI. Las

cuales pueden ser filtradas por los campos Área, Tipo de Documento, Número de Orden y Oficina. (Ver Ilustración 21).

La interfaz de usuario Solicitudes de Calidad es donde se listan las solicitudes de control de la calidad de la personalización electrónica correspondientes a las órdenes seleccionadas en la interfaz Órdenes de Control de Calidad. Esta interfaz permite la selección de una solicitud para mostrar los detalles de la misma. (Ver Ilustración 22).

La interfaz Detalles de Solicitud de Calidad es la encargada de mostrar los detalles de la solicitud seleccionada en la interfaz Solicitudes de Calidad permitiéndole al personalizador realizar la extracción de los datos almacenados en el documento de identificación y luego realizar la comparación entre los datos. (Ver Ilustración 23).

The screenshot shows the 'SISTEMA DE PERSONALIZACIÓN DE DOCUMENTOS DE IDENTIFICACIÓN V2.0' interface. The main content area is titled 'Listado de Personalización' and features a search section with filters for 'Área', 'Oficina', 'Tipo documento', and 'No. orden'. Below the search filters is a table with the following data:

| 2014 | Orden: | Tipo de documento: | No. solicitudes: | Oficina destino: |
|--------|----------|--------------------|------------------|------------------------|
| 28 ENE | 28114144 | Carné de Identidad | 5 | Dirección Nacional DIR |
| 2014 | Orden: | Tipo de documento: | No. solicitudes: | Oficina destino: |
| 28 ENE | 28114147 | Carné de Identidad | 4 | GJAY |

At the bottom of the interface, there are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Ilustración 18: Interfaz gráfica principal Personalización electrónica.

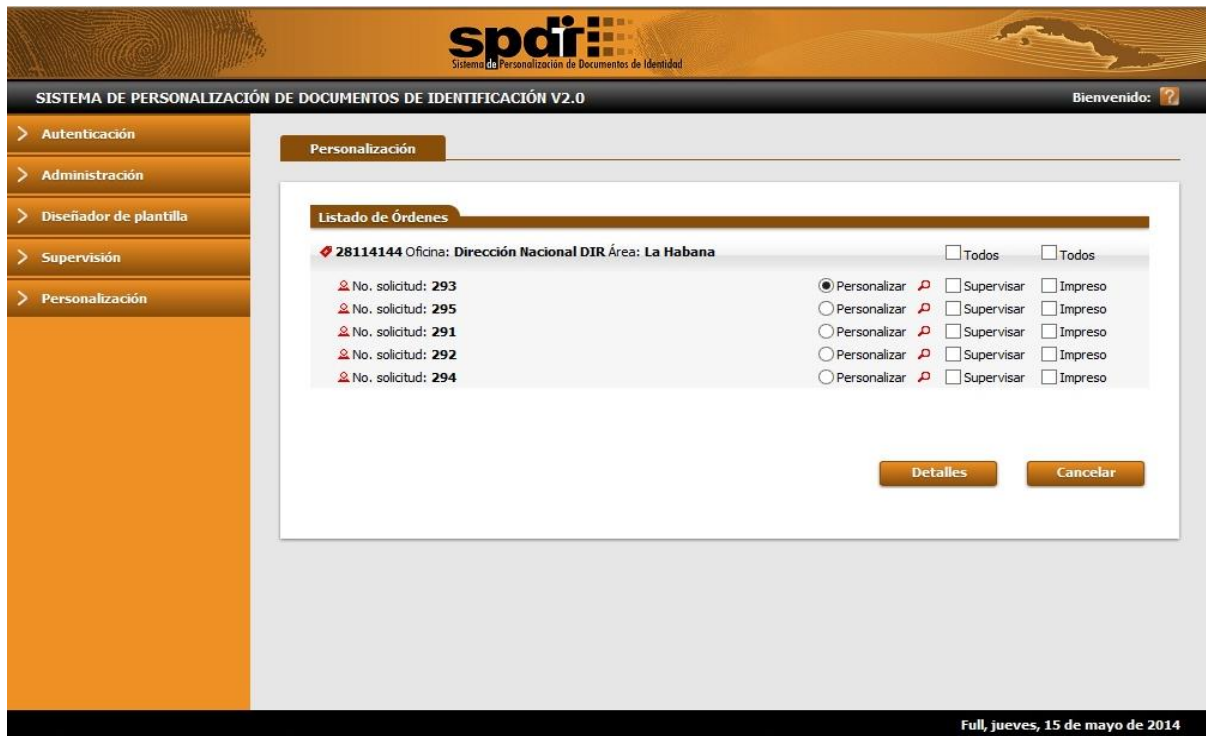


Ilustración 19: Interfaz gráfica Solicitudes de Personalización.

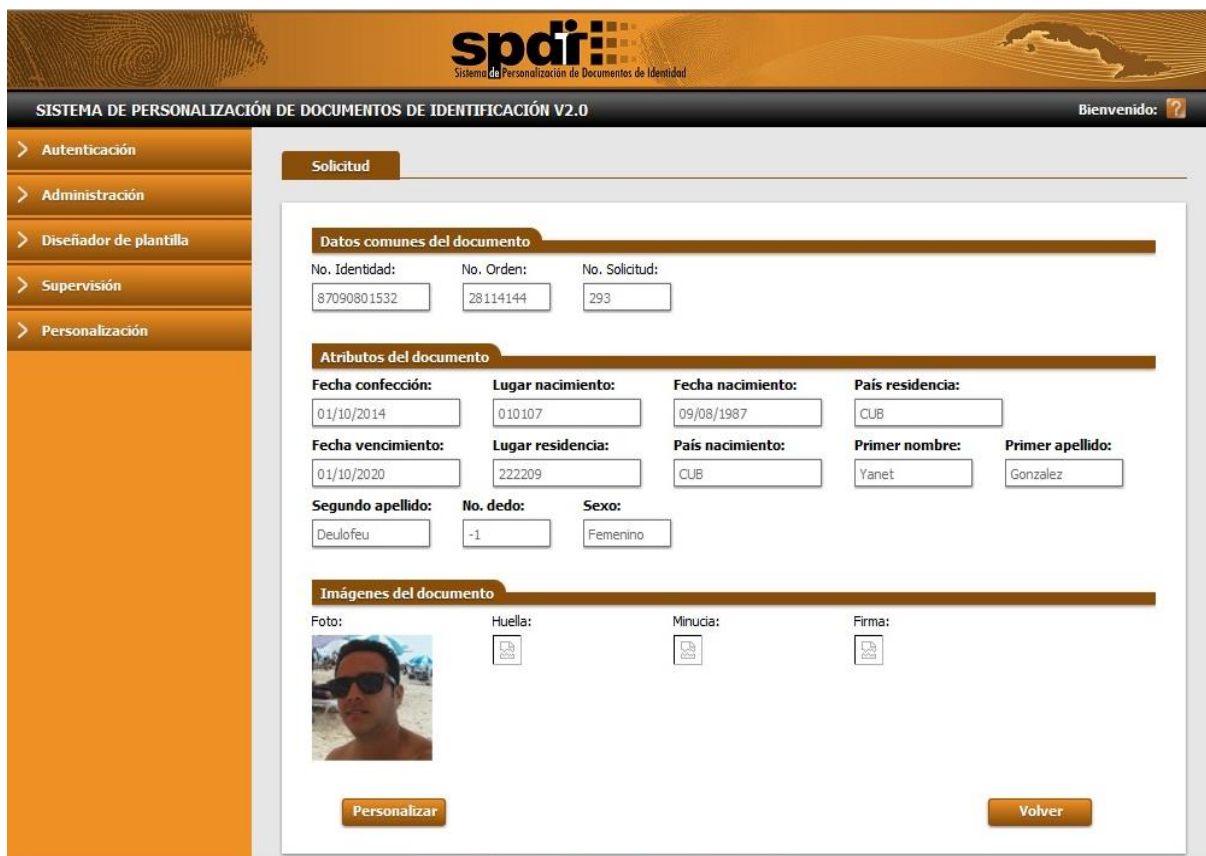


Ilustración 20: Interfaz gráfica Detalles de Solicitud.

Interfaces de usuario para el control de la calidad de la personalización electrónica.

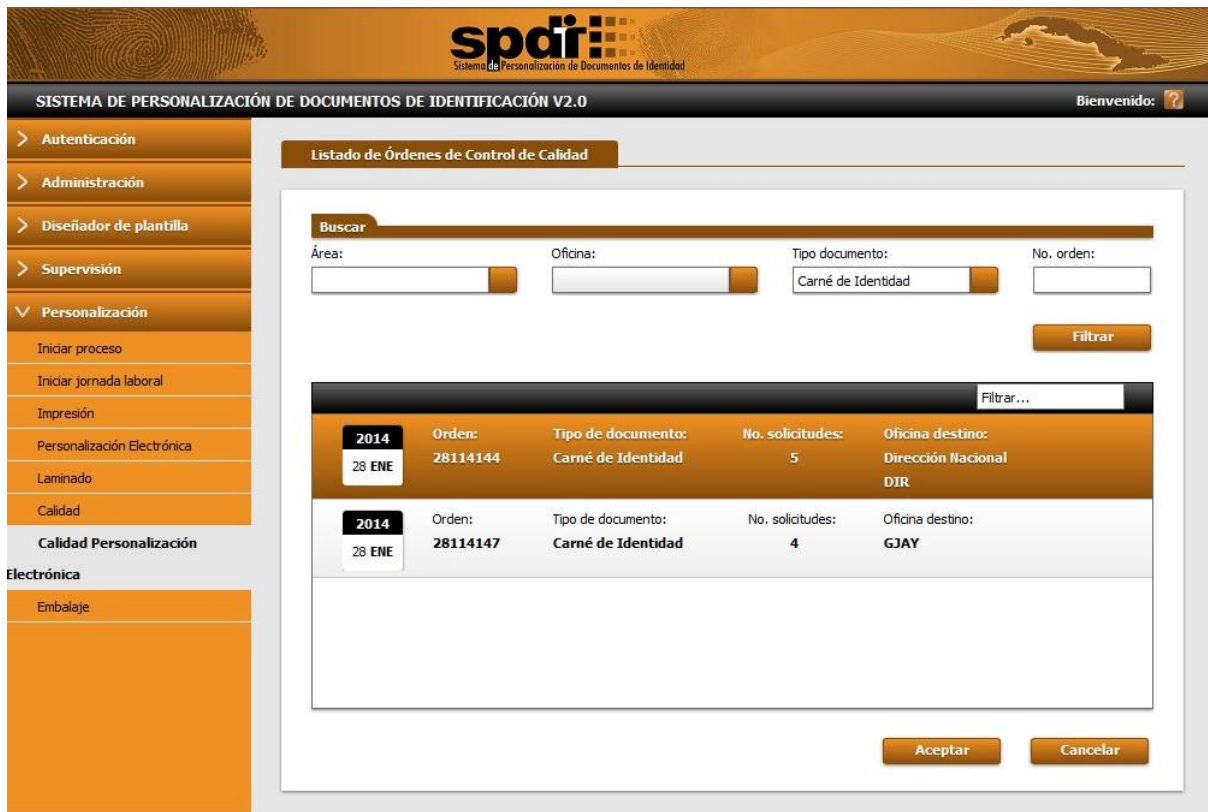


Ilustración 21: La interfaz gráfica Órdenes de Control de Calidad.

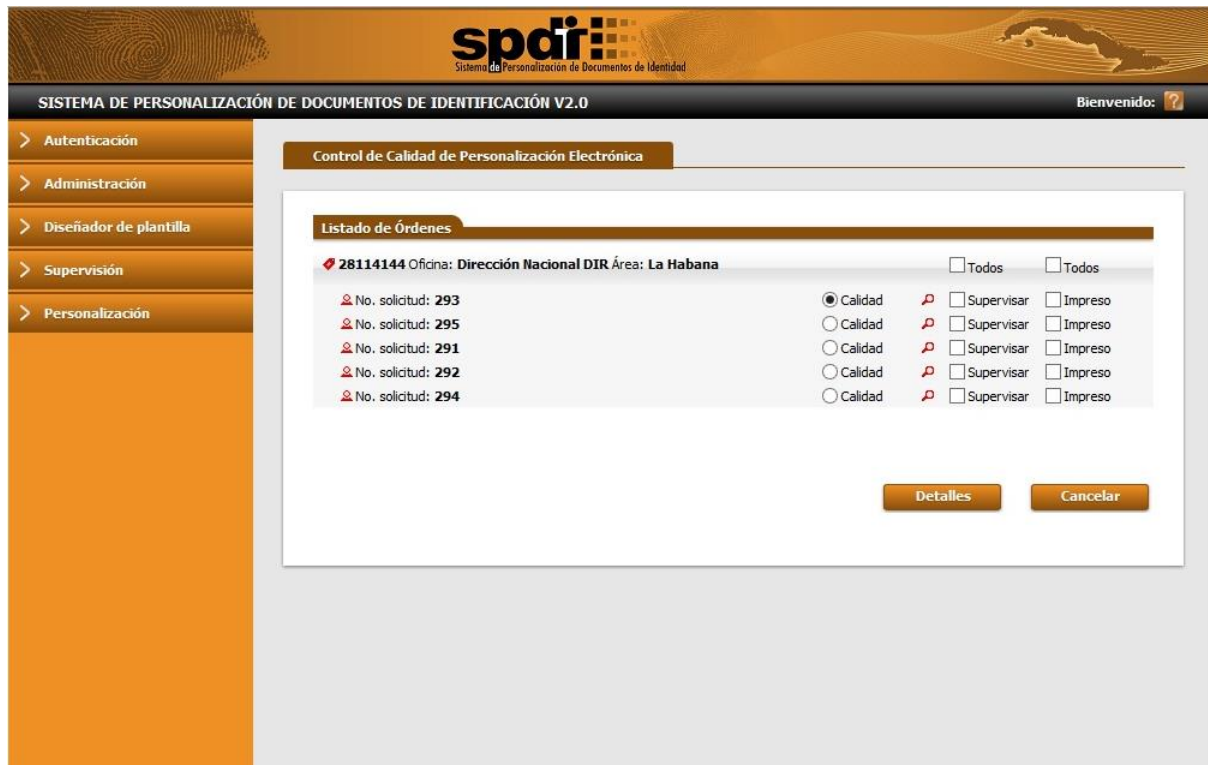


Ilustración 22: La interfaz gráfica Solicitudes de Calidad

Ilustración 23: Interfaz gráfica Detalles de Solicitud de Calidad.

3.5 Validación de la propuesta de solución

Para la validación de la propuesta de solución se tuvieron en cuenta los atributos de la calidad del software establecidos por el estándar ISO 9126. Este estándar se desarrolló como un intento para identificar los atributos de la calidad de software. Define seis atributos fundamentales: funcionalidad, confiabilidad, facilidad de uso, eficiencia, facilidad de mantenimiento y portabilidad (35). Se validó funcionalidad, eficiencia y facilidad de uso. El resto de los atributos definidos por la ISO 9126 son garantizados por el SPDI.

Funcionalidad

Según la norma ISO 9126, el atributo funcionalidad se refiere al grado en que el software satisface las necesidades que indican los subatributos idoneidad, exactitud, interoperabilidad, cumplimiento y seguridad (35). Se realizaron diferentes pruebas para la validación de este atributo.

Pruebas de Unidad.

La prueba de unidad es la primera fase de las pruebas dinámicas y se realizan sobre cada módulo del software de manera independiente. El objetivo es comprobar que el módulo, entendido como una unidad funcional de un programa independiente, está correctamente codificado. En estas pruebas cada módulo será probado por separado y lo hará,

generalmente, la persona que lo creo. En general, un módulo se entiende como un componente software que cumple las siguientes características:

- ✓ Debe ser un bloque básico de construcción de programas.
- ✓ Debe implementar una función independiente simple.
- ✓ Podrá ser probado al cien por cien por separado.
- ✓ No deberá tener más de 500 líneas de código.

Tanto las pruebas de caja blanca como de caja negra han de aplicar para probar de la manera más completa posible un módulo (42).

Pruebas al Middleware

A continuación se muestra la prueba unitaria realizada al *Middleware* específicamente al método *Personalization* de la clase *SmartCardReaderService* que se encarga insertar los datos en el *applet*. Para la realización de la prueba se creó un nuevo proyecto de prueba, usando la funcionalidad *UnitTest* de *VisualStudio 2010*, llamado *SmartCardReaderServiceTest*, desde el que a través del método de prueba *PersonalizationTest*, se probó la funcionalidad del método *Personalization*.

Para este caso de prueba se le especificó al método *PersonalizationTest* que ejecutara el método con una solicitud de personalización con valores inicializados (Ver Ilustración 24).

```
/// <summary>
///A test for Personalization
///</summary>
[TestMethod()]
public void PersonalizationTest()
{
    SmartCardReaderService target = new SmartCardReaderService(); // TODO: Initialize to an appropriate value
    Solicitud_Personalizacion solicitud = new Solicitud_Personalizacion();
    solicitud.Texto01 = "Texto1";
    solicitud.Texto02 = "Texto2";

    // TODO: Initialize to an appropriate value
    bool expected = true; // TODO: Initialize to an appropriate value
    bool actual;
    actual = target.Personalization(solicitud);
    Assert.AreEqual(expected, actual);
}
}
```

Ilustración 24: Método *PersonalizationTest* para el caso de prueba.

La prueba realizada al método *Personalization* se ejecutó satisfactoriamente arrojando como resultado que la prueba había pasado, tal y como se muestra en la Ilustración 15.

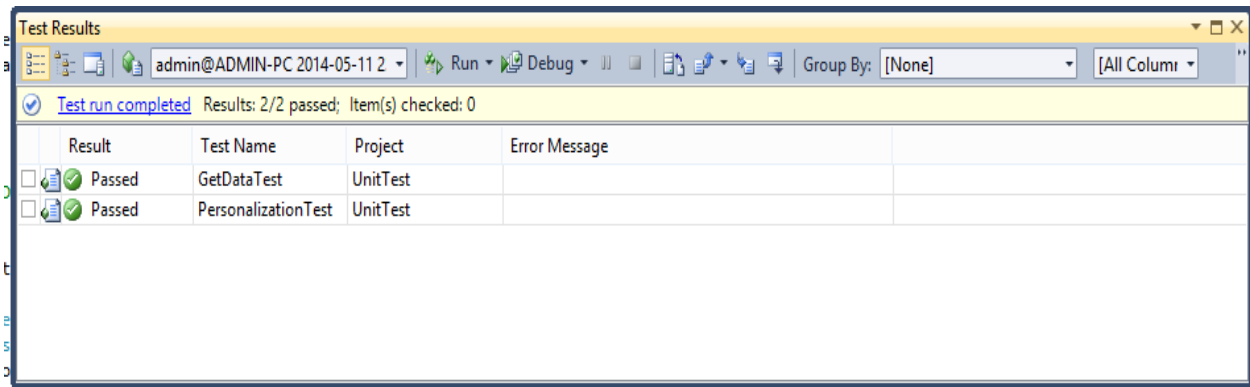


Ilustración 25: Resultado de la prueba realizada al método Personalization.

En la Ilustración 26 se muestra la prueba unitaria realizada al método `GetData` de la clase `SmartCardReaderService` que se encarga extraer los datos almacenados en el *applet*. Para la realización de la prueba se creó el método de prueba `GetDataTest` mediante el cual se probó el método `GetData`. Para el caso de prueba se le especificó al método `GetDataTest` que ejecutara el método esperando como respuesta una solicitud de personalización con valores inicializados.

```
/// <summary>
///A test for GetData
///</summary>
[TestMethod()]
public void GetDataTest()
{
    SmartCardReaderService target = new SmartCardReaderService(); // TODO: Initialize to an appropriate value
    Solicitud_Personalizacion expected = new Solicitud_Personalizacion();
    expected.Texto01 = "Texto1";
    expected.Texto02 = "Texto2";
    // TODO: Initialize to an appropriate value
    Solicitud_Personalizacion actual;
    actual = target.GetData();
    Assert.AreEqual(expected.Texto01, actual.Texto01);
    Assert.AreEqual(expected.Texto02, actual.Texto02);
    Assert.AreEqual(expected.Texto03, actual.Texto03);
    Assert.AreEqual(expected.Texto04, actual.Texto04);
    Assert.AreEqual(expected.Texto05, actual.Texto05);
    Assert.AreEqual(expected.Texto06, actual.Texto06);
    Assert.AreEqual(expected.Texto07, actual.Texto07);
    Assert.AreEqual(expected.Texto08, actual.Texto08);
    Assert.AreEqual(expected.Texto09, actual.Texto09);
}
```

Ilustración 26: Método `GetData` para el caso de prueba.

El caso de prueba para el método `GetData` también pasó exitosamente, comprobando que con esos parámetros el método se había ejecutado correctamente (Ver Ilustración 25).

Pruebas al *Applet*.

Las técnicas de caja negra o funcionales, realizan pruebas sobre la interfaz del programa a probar, entendiendo por interfaz las entradas y salidas de dicho programa. No es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que debe realizar. (42)

Los casos de pruebas diseñados para el *applet* utilizando las técnicas de caja negra, se realizaron para cada campo de texto definido (Ver Tabla 3). En el Anexo 4 se muestran algunos ejemplos de los casos de prueba realizados.

A continuación se muestra un ejemplo de una de las descripción de las variables descritas en los casos de uso, las demás se encuentran en el Anexo 4 (I representa la variable inválida mientras que V representa la variable válida).

Descripción de las variables:

| No | Nombre de campo | Clasificación | Valor Nulo | Descripción |
|------------|-----------------|----------------|------------|---|
| Variable 1 | Comando APDU | Campo de texto | No | Representa el comando APDU. Debe que tener una longitud total de doce dígitos, y cada dos dígitos representa un número hexadecimal. |

Tabla 3: Descripción de las variables de prueba para las pruebas de Caja Negra del applet.

| Campo de Texto 1 | | | | | |
|---|--|------------------|---------------|-----------------------|---|
| Requisito | Descripción | Variable 1 | Variable 2 | Respuesta del sistema | Flujo central |
| RF7: Almacenar datos del titular. | Se envían al <i>applet</i> un comando APDU para ejecutar esta funcionalidad. | V | V | | Se ejecuta la selección del <i>applet</i> , luego se realiza la autenticación externa, y se inserta el comando correspondiente a la variable 1 y en el campo de datos insertar la variable 2. |
| | | [90 01 00 04 00] | [11 01 02 06] | [11 01 02 06], 90 00 | |
| | | I | V | | |
| | | [91 01 00 04 00] | [11 01 02 06] | 6881 | |

Tabla 4: Caso de prueba para el RF7 correspondiente al campo de texto 1 del applet.

Pruebas de Integración.

Para validar el correcto funcionamiento del sistema y el proceso de integración con el SPDI se realizaron pruebas de integración. Este tipo de pruebas son ejecutadas por el equipo de

desarrollo y consisten en la comprobación de que elementos del software que interactúan entre sí, funcionan de manera correcta.

Se realizaron las pruebas de Integración incremental la cual consiste en: probar el programa en pequeñas porciones en las que los fallos son más fáciles de detectar (42). De esta forma comprobar la integración entre el Middleware y el Applet mediante una interfaz gráfica de prueba, para así verificar el funcionamiento correcto de la comunicación entre ambos componentes (Ver Tabla 6). Luego se probó el funcionamiento íntegro de la solución informática a desarrollar integrada con los demás componentes del SPDI.

A continuación se muestra la descripción de la variable definida para la prueba de Integración del Middleware y el Applet. Las demás pruebas realizadas para comprobar la correcta integración entre estos componentes se encuentran en el Anexo 6.

| No | Clasificación | Descripción |
|-------------------|-------------------------------|---|
| Variable 1 | Solicitud de personalización. | Representa la solicitud de personalización electrónica que contiene datos definidos para la realización de las pruebas. |

Tabla 5: Descripción de las variables de las pruebas de Agrupación de Módulos.

| Escenario de Prueba | Descripción | Variable 1 | Respuesta del sistema | Flujo central |
|---|--|--|--|--|
| EC1. Insertar datos en el applet a través del <i>middleware</i> . | Se comprueba el funcionamiento correcto de la comunicación entre los componentes <i>middleware</i> y applet. | V Solicitud de Personalización{texto01="Yanet", texto02="González", texto03= 25, texto04="Femenino"} } | Se muestra un mensaje que certifica que se ha realizado la personalización de forma satisfactoria. | Se envían al <i>middleware</i> una solicitud de personalización con los datos correspondientes del titular, luego el <i>middleware</i> realiza la transformación de los datos y los envía al <i>applet</i> . |

Tabla 6: Caso de prueba de Integración para el EC1.1: Insertar datos en el applet a través del middleware.

Para validar el correcto funcionamiento del sistema y el proceso de integración con el SPDI se realizaron en un entorno real pruebas de integración a las principales funcionalidades de la solución informática desarrollada con los demás componentes del SPDI (Ver Anexo 7).

Pruebas de Aceptación.

A la hora de realizar estas pruebas, el producto está listo para implantarse en el entorno del cliente. Estas pruebas se caracterizan por:

- ✓ Participación activa del usuario, que debe ejecutar los casos de prueba ayudado por miembros del equipo de pruebas.
- ✓ Están enfocadas a probar los requisitos de usuario, o mejor dicho a demostrar que no se cumplen los requisitos, los criterios de aceptación o el contrato. Si no se consigue demostrar esto el cliente deberá aceptar el producto.
- ✓ Corresponden a la fase final del proceso de desarrollo de software (42).

Para la validación de la solución se llevaron a cabo pruebas de aceptación utilizando las técnicas de caja negra, las cuales el cliente diseñó y probó los casos de prueba (Ver Tabla 9). Los demás casos de prueba se encuentran en el Anexo 8.

| Escenario de Prueba | Descripción | Respuesta del sistema | Flujo central |
|--|--|--|--|
| EC 1.1. Personalización electrónica. | Se comprueba que la solución desarrollada cumpla con todos los requisitos solicitados por el cliente | Se muestra un mensaje que certifica que se ha realizado la personalización de forma satisfactoria. | El personalizador selecciona una solicitud de personalización, el sistema muestra los detalles de la solicitud y selecciona la opción de Personalizar. |

Tabla 7: Caso de prueba de aceptación para el EC1: Personalizar electrónicamente los documentos de identificación.

El desarrollo de las pruebas de Aceptación permitió comprobar la satisfacción del cliente, comprobándose que la solución informática desarrollada cumple con los requisitos definidos. Como certificación el usuario final firmó el aval de aceptación de la solución implementada.

Eficiencia.

Según la ISO 9126 eficiencia es el grado en que el software emplea en forma óptima los recursos del sistema como lo indican los siguientes subatributos: comportamiento en el tiempo, comportamiento de los recursos (35). Para la validación de este atributo de calidad se realizaron pruebas de rendimiento utilizando la herramienta *Unit Test* de Visual Studio donde se obtuvo el tiempo de respuesta promedio del Middleware para realizar la personalización y el control de la calidad (Ver Ilustración 27).

Las pruebas de rendimiento se realizaron en un entorno real utilizando una computadora con las prestaciones siguientes:

Microprocesador: AMD Dual Core, 1 GHz.

Memoria RAM: DDR 3, 1.6 GB.

Sistema Operativo: Microsoft Windows 8.

Se realizaron diez solicitudes a las dos funcionalidades principales del Middleware: Personalizar y Obtener datos, tomando el tiempo que tardó en procesar cada solicitud (Ver Anexo 9).

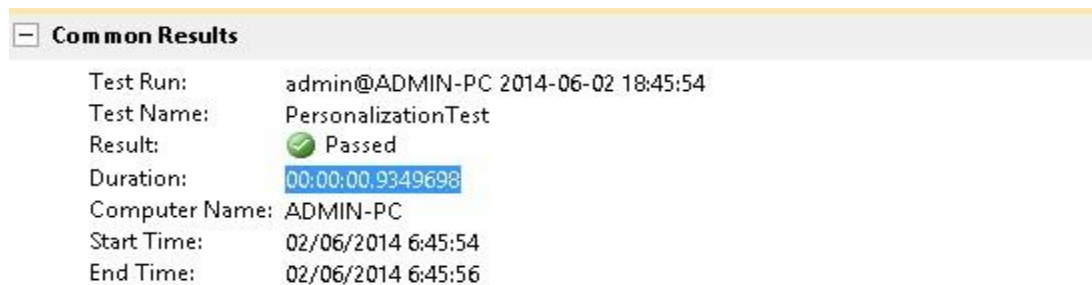


Ilustración 27: Ejemplo de prueba de rendimiento.

Facilidad de uso.

La facilidad con la que se usa el software de acuerdo con los siguientes subatributos: facilidad de comprensión, facilidad de aprendizaje y operatividad. La única manera de determinar si existe facilidad de uso es realizando una evaluación o prueba de uso (35). Para la realización de la misma se diseñó una lista de chequeo definida por Pressman con los aspectos fundamentales que debe poseer un sistema para garantizar la usabilidad. (Ver Tabla 8)

| Aspectos que debe cumplir | Cumple |
|--|--------|
| ¿Es posible usar el sistema sin ayuda o enseñanza continua? | Si |
| ¿Las reglas de interacción ayudan a un usuario conocedor a trabajar con eficiencia? | Si |
| ¿Los mecanismos de interacción se vuelven más flexibles a medida que los usuarios adquieran más conocimientos? | Si |
| ¿El sistema se ha adecuado al entorno físico y social en que habrá de usarse? | Si |
| ¿El usuario está al tanto del estado del sistema? ¿El usuario sabe dónde se encuentra en cada momento? | Si |
| ¿La interfaz está estructurada de manera lógica y consistente? | Si |
| ¿Los mecanismos de interacción, íconos, procedimientos son consistentes en toda | Si |

| | |
|--|----|
| la interfaz? | |
| ¿La interacción anticipa errores y ayuda al usuario a corregirlos? | Si |
| ¿La interfaz tolera los errores que se cometen? | Si |
| ¿La interacción es simple? | Si |

Tabla 8: Lista de chequeo.

Según Pressman si se responde afirmativamente a cada una de estas preguntas es probable que se haya alcanzado la facilidad de uso (35).

Resultados generales de las pruebas.

Se validaron los factores de calidad: eficiencia, facilidad de uso y funcionalidad. Se arrojaron resultados satisfactorios demostrando mediante las pruebas correspondientes que la solución cumple con los requerimientos establecidos por el cliente.

Al software se la realizaron las pruebas Unitarias, pruebas de Integración y pruebas de Aceptación, durante las 4 iteraciones de pruebas. En cada una de ellas se detectaron las no conformidades existentes, las cuales fueron solucionadas logrando una completa satisfacción del cliente. A continuación se muestra gráficamente el número de no conformidades detectadas en cada iteración y cómo fue el progreso en las soluciones de las mismas. (Ver Ilustración 28)

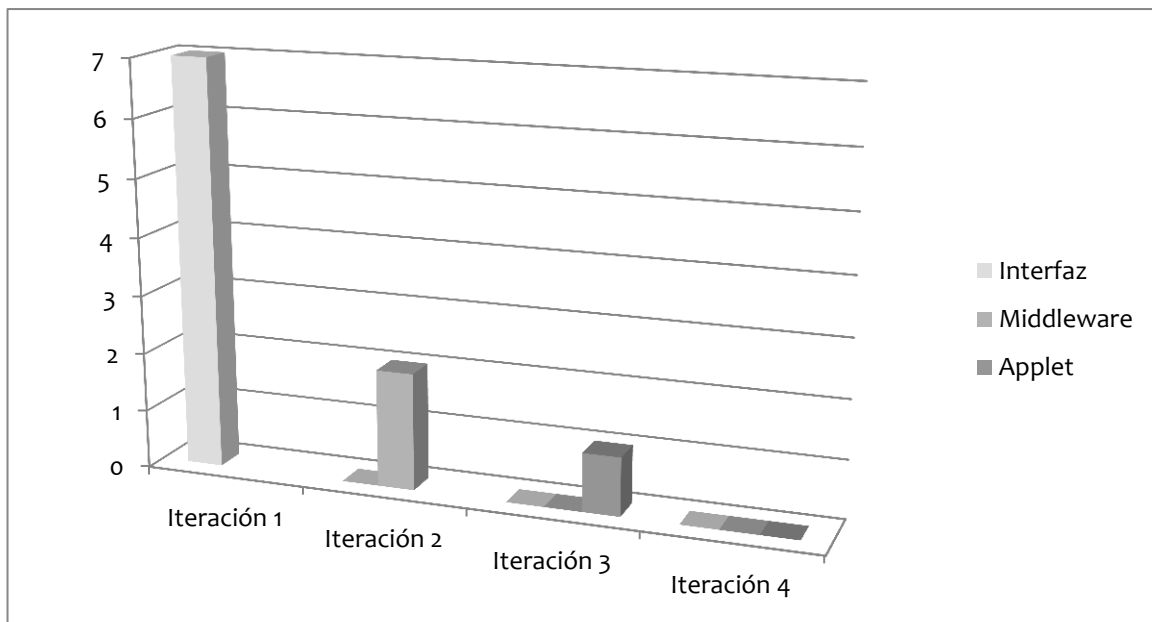


Ilustración 28: Resultado de las pruebas de funcionalidad en cada iteración (Elaboración propia).

3.6 Conclusiones parciales

- ✓ La realización de los diagramas de despliegue y de componentes permitió obtener un enfoque detallado del sistema.

- ✓ Se validaron los factores de calidad: eficiencia, facilidad de uso y funcionalidad, arrojando como resultado que la solución cumple con los requerimientos establecidos por el cliente.
- ✓ Las pruebas unitarias posibilitaron evaluar las respuestas de las funcionalidades implementadas, en tanto las pruebas de aceptación permitieron comprobar la correcta ejecución de los requerimientos funcionales previamente definidos por el cliente.
- ✓ La realización de las pruebas de integración a la solución informática en un entorno real integrado al Sistema de Personalización de Documentos de Identidad confirmaron que el proceso de integración se ejecutó satisfactoriamente.

Conclusiones generales

- ✓ El objetivo elaborado en el diseño de la investigación fue cumplido; comprobándose la necesidad de extender las funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad, permitiendo el proceso de personalización electrónica y el control de la calidad de la personalización electrónica de documentos de identificación, que fue lo que originó esta investigación.
- ✓ El empleo de los métodos teóricos y empíricos proporcionó la información necesaria sobre el estado del proceso de personalización de documentos de identificación.
- ✓ En relación a lo que se plantea en la revisión bibliográfica de la literatura científica, en el contexto de la personalización electrónica de documentos de identificación y el control de la calidad de dicha personalización, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes, muestra la necesidad de una solución informática que facilite la funcionalidad, la eficiencia y la facilidad de uso.
- ✓ La fundamentación teórica de las soluciones existentes a nivel nacional e internacional, permitieron conocer los sistemas más recientes y actuales que se relacionan con el objeto de estudio y con la solución informática a desarrollar para poder tomar experiencias de los mismos y lograr una propuesta que se utilice de forma eficiente y que garantice un producto seguro, útil y de calidad.
- ✓ En el análisis del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad se evidenció la necesidad de desarrollar la solución informática que asumiera las tecnologías, herramientas y metodología definidas por este, para que se integraran armónicamente y de esta manera facilitara los procesos de despliegue y transferencia tecnológica.
- ✓ La solución informática propuesta permite la personalización electrónica de documentos de identificación y el control de la calidad de dicha personalización, mediante el estudio de las tecnologías de tarjetas inteligentes, para la extensión de las funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad.

Recomendaciones

A modo de recomendaciones para próximas iteraciones se propone:

- ✓ Utilizar una tarjeta inteligente con mayor capacidad de almacenamiento y aumentar el espacio reservado para el almacenamiento de imágenes en el *applet* para durante el proceso de personalización electrónica incluir el almacenamiento de la imagen facial y las huellas dactilares.
- ✓ Implementar las funcionalidades necesarias para que el sistema pueda conectarse a otros tipos de lectores de tarjeta inteligente.
- ✓ Implementar mecanismos de seguridad adicionales para garantizar la seguridad de los datos.

Bibliografía

1. **Rivera, Lic. Sergio Javier Girotti Lic. Marcelo Luis.** Nombres, tatuajes y marcas particulares. Señalamiento y filiación. Fotografía. Antropometría. Otros sistemas. [aut. libro] Lic. Sergio Javier Girotti. *Identidad, concepto y evolución de la identificación.* 2011.
2. **Smart Card Alliance.** Smart Card Alliance. *Smart Card Alliance.* [Online] 2014. [Cited: 16, 2014.] <http://www.sca-la.org/about-smart-cards/applications/identity/#smart-cards-and-identity-applications>.
3. **Ballate Oquendo, José Antonio, Salinas Peña, Onel y Pérez Bandomo, Dariel Ricardo.** *Modernización del proceso de tramitación de carnet de extranjeros de la Dirección de Inmigración y Extranjería de Venezuela.* La Habana : Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 2012.
4. **Dirección General de la Policía de España.** Portal oficial sobre el DNI electrónico. *Portal oficial sobre el DNI electrónico.* [En línea] [Citado el: 20 de abril de 2014.] http://www.dnielectronico.es/Preguntas_Frecuentes/descripcion/index.html#.
5. **Bundesdruckerei.** A Bundesdruckerei Pocket Guide To ePassport Systems. [Online] 2014. www.bundesdruckerei.de.
6. **Muhlbauer.** Muhlbauer High Tech International. [Online] 2014. [Cited: enero 30, 2014.] www.muehlbauer.de.
7. **Houghton Mifflin Company.** The American Heritage Dictionary of the English Language. 4ta. s.l. : Houghton Mifflin Company, 2009.
8. **Random House.** *Random House Kernerman Webster's College Dictionary,*. 1ra. s.l. : Random House, 2010.
9. **Hirby, James.** The Law Dictionary. *The Law Dictionary.* [Online] [Cited: 05 24, 2014.] <http://thelawdictionary.org/electronic-document/>.
10. **Kane, Sally.** About.com Legal Careers. *About.com Legal Careers.* [Online] [Cited: Mayo 25, 2014.] <http://legalcareers.about.com/od/glossary/g/E-Documents.htm>.
11. **Oquendo, José Antonio Ballate.** Soluciones informáticas. Modernización del proceso tramitación de carné de extranjeros de la Dirección de Inmigración. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas.* [En línea] 31 de agosto de 2012. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/viewFile/979/560>.
12. *Socialización por medio de textos electrónicos.* **Fajardo Ángel, Diego.** Bogotá - Colombia : s.n., 2003, Revista La Tadeo, Vol. 68, pág. 155.
13. **Suros, Alina.** El pasaporte electrónico -Electronic passport. *Serie Científica Universidad de las Ciencias Informáticas.* [En línea] 2008. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/issue/view/5>.
14. **iButton®.** Tarjetas Inteligentes & iButton®. [En línea] 2011. [Citado el: 2 de marzo de 2014.] <http://www.tvirtual.com.mx/Tarjetas.html>.
15. **Smart Card Alliance.** Smart Card Standards. *Smart Card Alliance.* [En línea] 2013. [Citado el: 10 de marzo de 2014.] <http://www.sca-la.org/about-smart-cards/introduction/standards/#isoiec-standards>.
16. Tarjetas Inteligentes. [En línea] www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.../A5.pdf.
17. **Junction, Princeton.** El Papel de las Tarjetas Inteligentes en una Autenticación Más Sólida. [En línea] [Citado el: 1 de junio de 2014.] www.sca-la.org/wp-content/.../Logical_Access_Security_Spanish.pdf.
18. Smart Card Standards and Specifications. *Smart Card Alliance.* [Online] [Cited: Mayo 3, 2014.] <http://www.smartcardalliance.org/pages/smart-cards-intro-standards#global-platform>.
19. **GlobalPlatform.** Global Platform Card Specification. [Online] 2014. [Cited: enero 30, 2014.] <http://www.globalplatform.org/specificationscard.asp>.
20. *Sistema de Personalización para Documentos de Identidad.* **Ernesto Kindelán M, Jorge Eduardo Porrata Torres, Erik de la Vega García, Dayana Crespo Borbón, Reynaldo Mavilio González.** Cuba : s.n., 2013, Serie Científica Universidad de las Ciencias Informáticas, Vol. 6. 2306-2495.

21. **Microsoft.** Microsoft Colombia. [En línea] 2013. [Citado el: 30 de noviembre de 2013.] <http://www.microsoft.com/colombia/portafolio/msf.htm..>
22. —. Información general de CMMI. *Microsoft.* [En línea] 2014. <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/ee461556.aspx#Why>.
23. **CMMI® Institute.** CMMI® Institute- Home of the Capability Maturity Model Integration (CMMI®). *CMMI Institute.* [En línea] 2014. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://whatis.cmmiinstitute.com/about-cmmi-institute>.
24. **Microsoft .** MSF for CMMI. *Microsoft.* [En línea] 2014. [Citado el: 30 de noviembre de 2014.] [<http://guides.brucejmack.biz/MSF%20for%20CMMI%20Process%20Improvement/Process%20Guidanc>].
25. Visual Studio. *Visual Studio 2010.* [En línea] 2014. [Citado el: 18 de noviembre de 2014.] <http://www.visualstudio.com/es-es>.
26. **Gemalto.** Gemalto. DeveloperSuite. . [Online] 2014. [Cited: marzo 2, 2014.] www.gemalto.com/products/Developer_Suite/.
27. **Sanders, William B.** *A Beginners Guide,ASP.NET 3.5.*
28. **Internelia.** Canal Visual Basic.net. [En línea] <http://www.canalvisualbasic.net/manual-net/c-sharp/#cSharp>).
29. **Oracle.** Java Card Technology. *Java Card.* [En línea] 2014. [Citado el: 2 de febrero de 2014.] <http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javacard/downloads/index.html>.
30. **jquery.** What is jQuery? *jQuery.* [Online] 2014. [Cited: marzo 10, 2014.] <http://jquery.com/>.
31. **JQueryFoundation.** JQuery. *License.* [Online] 2014. [Cited: marzo 26, 2014.] <https://jquery.org/license/>.
32. **Microsoft.** Guía de operaciones de IIS 7. *Microsoft.* [En línea] 2014. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc732976%28v=ws.10%29.aspx>.
33. Microsoft. *NET Framework 4.0.* [En línea] [Citado el: 18 de 11 de 2013.] <http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=30653>.
34. **Oquendo, José Antonio Ballate.** Soluciones informaticas. Modernización del proceso tramitación de carné de extranjeros de la Dirección de Inmigración. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas.* [En línea] 31 de agosto de 2012. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/viewFile/979/560>.
35. **Pressman, Roger S.** *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.* 6. s.l. : Mc Graw Hill. pág. 980. 970-10-5473-3.
36. **Cepeda, Leevan Abon.** BPM. El futuro de los procesos de negocio. *Ilustrados.* [En línea] 2008. [Citado el: 1 de junio de 2014.] <http://www.ilustrados.com/tema/12232/futuro-procesos-negocio.html>.
37. **Altova UModel.** UModel: una herramienta UML para el modelado de software y desarrollo de aplicaciones. *Altova UModel.* [En línea] 2014. www.altova.com/es/umodel.html.
38. **Pfleeger, Shari Lawrence.** *Ingeniería de software teoría y práctica.* [ed.] Prentice-Hall. 2002. pág. 759. Presenta una panorámica pragmática de la investigación y las prácticas de la Ingeniería de Software, aunque los proyectos presentados son limitados para el entendimiento de los estudiantes, le permiten darse cuenta como avanzan los grandes proyectos de sof. 987-9460-71-5.
39. **Microsoft.** Información general sobre aplicaciones de datos con n capas. *Microsoft.* [En línea] 2014. [Citado el: 2 de febrero de 2014.] msdn.microsoft.com/es-es/library/bb384398.aspx.
40. **Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson y John Vlissides.** *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software.* s.l. : 2005, 2005. (ISBN 0-201-63361-2).
41. **Larman, Craig.** *UML y Patrones.Introducción al análisis y diseño orientado a objetos.* [ed.] Pablo Eduardo Roig. 1. s.l. : PRENTICE HALL, 1999. pág. 536. 970-17-0261-1.
42. **Natalia Juristo, Ana M. Moreno, Sira Vegas.** TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE v12.0. [En línea] 2005. [Citado el: 2 de enero de 2014.] www.grise.upm.es/miembros/sira/conferences.php.

43. *Papeles del psicólogo*. **Prieto, Gerardo**. 77, España : s.n., 2000, Vol. I. 0214 - 7823.
44. **Fernández, Carlos Mongay**. *Quimiometría*. Universidad de Valencia : Servicio de Publicaciones edición, 2011. 978-84-370-8644-6.
45. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. **Marquez, Joaquin Torres**. 3, Habana, Cuba : s.n., 2013, Vol. 7. 2227-1899.
46. Applet (definición). *Informaticando*. [En línea] <http://informaticandotf.blogspot.com/2010/08/applet-definicion.html>.
47. **Madiraju, Praveen**. *Agents and Peer-to-Peer Computing*. p. 241. 0302-9743.
48. ISO. [En línea] http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=31432.

Glosario de términos

- ✓ APDU: Es la unidad de comunicación entre un lector de tarjetas inteligentes (por sus siglas en inglés: *Application Protocol Data Unit*) y una tarjeta inteligente. La estructura de un APDU está definida en los estándares ISO/IEC 7816. Hay dos tipos de APDUs: comandos y respuestas. Los comandos APDU los envía el lector a la tarjeta y contienen una cabecera obligatoria de 5 bytes y desde 0 hasta 255 bytes de datos. La respuesta APDU las envía la tarjeta al lector y contienen una palabra de estado obligatoria de 2 bytes y desde 0 hasta 256 bytes de datos (45).
- ✓ Applet: Es una aplicación pequeña generalmente programada en lenguaje java y que es controlada y ejecutada por una aplicación mayor que lo contiene. Generalmente mejoran la interactividad con el usuario además de proporcionar funciones específicas a la aplicación anfitriona. Los *Applet* no pueden ejecutarse independientemente del programa que los contiene (46).
- ✓ Confiabilidad: Hace referencia a la ausencia de errores de medida, o lo que es lo mismo, al grado de consistencia y estabilidad de las puntuaciones obtenidas a lo largo de sucesivos procesos de medición con un mismo instrumento (43).
- ✓ Exactitud: Se denomina exactitud a la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real (44).
- ✓ ISO: (*International Organization for Standardization*): La Organización Internacional para la Normalización es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica. La función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones a nivel internacional (48).
- ✓ Middleware: Un *middleware* es un software que ayuda a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, redes, *hardware* y/o sistemas operativos (47).
- ✓ SPDI: Sistema de Personalización de Documentos de Identidad.

Anexos

Anexo 1

Universidad de las Ciencias Informáticas, 28 de enero de 2014

Entrevista

Aplicada a: Vismar Fernández Santana

Centro: CISED

Departamento: Desarrollo de Componentes

Cargo: Jefe de Dpto.

Aplicada por: Lissaidy Vilaú Gorgoy

Objetivo de la entrevista: La presente entrevista tiene como objetivo conocer detalladamente el proceso de personalización los documentos de identificación. Así como la seguridad y características de las tarjetas inteligentes. Conocer además las herramientas utilizadas para llevar a cabo el proceso de personalización electrónica de los documentos de identificación electrónicos.

Preguntas:

1. ¿Qué es la personalización de documentos de identificación?
2. ¿Cuál es el ciclo de vida de un documento de identificación?
3. ¿En qué consiste la personalización electrónica?
4. ¿Qué es un documento de identificación electrónico?
5. ¿Qué características posee una tarjeta inteligente?
6. ¿Qué tipos de tarjetas inteligentes existen?
7. ¿Qué capacidad de almacenamiento posee el chip de una tarjeta inteligente?
8. ¿Qué herramientas se utilizan comúnmente para la personalización del chip de una tarjeta inteligente?
9. ¿Qué estándares norman el proceso de personalización del chip de la tarjeta inteligente?
10. ¿Cómo se relacionan el applet y el middleware?
11. ¿Qué elementos de seguridad se pueden implantar para lograr una comunicación segura entre middleware y applet?

Acta de Aceptación



Acta de Aceptación

Proyecto: Sistema de Personalización de Documentos de Identidad.

Producto: Solución informática de extensión de funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad para la personalización electrónica de documentos de identificación.

Categoría de las pruebas: Revisión a la aplicación.

Fecha de conciliación: 8 de mayo de 2014.

Firma de los especialistas involucrados en el proceso:

| | Nombre y Apellidos | Firma |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------|
| • Por la parte del Cliente (SPDI): | Ing. Yanet Silva Fernández | |
| • Por la parte suministrador (CISED): | Ing. Vismar Fernández Santana | |
| • Especialista de Pruebas: | Ing. Adiry Hernández Regueiro | |

Observaciones del proceso:

Durante el proceso de pruebas de aceptación se detectaron un conjunto de incidencias. Teniendo en cuenta que las No Conformidades han sido debidamente resueltas por el Equipo de Desarrollo y validada la eficacia de la corrección por los clientes, se ha tomado el acuerdo de Aceptar la "Solución informática de extensión de funcionalidades del Sistema de Personalización de Documentos de Identidad para la personalización electrónica de documentos de identificación.", con fecha 8 de mayo de 2014.

Acta de Aceptación



Para que conste la Aceptación de los resultados de las pruebas y por tanto la Aceptación de los entregables especificados, dando fe del acuerdo, se extiende la presente Acta en tres (3) ejemplares, rubricados por los principales **Representantes de las Partes**.

Ing. Yanet Silva Fernández

(SPDI)

Fecha: 8/5/2014

Ing. Adrian A. Machado Cento

(CISED)

Fecha: 21/5/2014

Ing. Adiry Hernández Regueiro
(Especialista de pruebas)

Fecha: 8/5/2014

