



CONTROL Y VERIFICACIÓN DE PRESENCIA BASADO EN LA TECNOLOGÍA NFC (NEAR FIELD COMMUNICATION)

Proyecto de grado

Autores:

**Santiago Morales Velásquez
Juan Carlos Ramírez Saldarriaga**

Profesor Asesor:

Edwin Nelson Montoya Múnera, Ph.D

UNIVERSIDAD EAFIT

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

MEDELLÍN, MAYO DE 2008

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, Mayo de 2008

Agradecimientos

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la elaboración de este proyecto de grado. Un agradecimiento especial a Edwin Montoya, nuestro asesor, que desde un principio confió en nuestro proyecto y a través del laboratorio de telemática, propició las condiciones necesarias para que este llegara a feliz término. A Paul Coulton, profesor de la universidad de Lancaster en Inglaterra, quien nos orientó en cuanto a la escogencia de tipo de proyecto que podíamos explorar con la tecnología NFC, investigada en este trabajo de grado. Gracias a Trevor Crotch-Harvey, director de ventas de la firma consultora en RFID, IDTechEx, quien contribuyó con material y presentaciones relacionadas a la tecnología NFC. También queremos agradecer a John Mario Hernández, Gerente de Tecnología de Control Total, con quien tuvimos la oportunidad de discutir y compartir algunas ideas de nuestro proyecto y su aplicación a la industria de la seguridad.

TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen propuesta.....	1
1.1	Descripción del problema	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo general	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
1.3	Temario	3
2.	Marco teórico y estado del arte	4
2.1	Definición NFC.....	4
2.2	Historia NFC.....	5
2.2.1	RFID.....	5
2.2.2	NFC y RFID.....	6
2.2.3	NFC Forum	6
2.3	Estándares NFC	7
2.4	Protocolos NFC.....	8
2.4.1	Funcionamiento técnico de NFC.....	8
2.4.2	Near Field Communication Interface Protocol-1 (NFCIP-1).....	9
2.4.3	Near Field Communication Interface Protocol-2 (NFCIP-2).....	10
2.5	Especificaciones NFC.....	11
2.5.1	Componentes adicionales.....	11
2.6	Contactless Communication API: JSR-257.....	13
2.6.1	Estructura del API	13
2.7	Cadena de valor e industria NFC	16
2.7.1	Modelo de servicios NFC	16
2.7.2	Industria NFC	17
2.8	Aplicaciones NFC definidas por el NFC-Forum	20
2.8.1	Acceso a transporte y compras de modo contactless	20
2.8.2	Información en movimiento y descubrimiento de servicios.....	21
2.8.3	Simplificar las tecnologías de comunicación Inalámbrica.....	21

2.9	Estado actual de NFC en el mundo	21
2.9.1	Casos de estudio y proyectos de investigación	21
2.10	Pilotos de NFC alrededor del mundo	25
3.	Diseño del Sistema	30
3.1	Requisitos	30
3.1.1	Requisitos funcionales	30
3.1.2	Requisitos no funcionales	31
3.2	Arquitectura del sistema	31
3.2.1	Arquitectura aplicación EscrituraOnSite	32
3.2.2	Arquitectura aplicación OnSite	34
3.2.3	Arquitectura aplicación Web OnSiteWEB	36
3.3	Proceso de ingeniería de software – OnSite	37
3.3.1	Diagrama de clases	37
3.3.2	Modelo de datos	38
3.3.3	Diagrama de flujo	39
3.4	Proceso de ingeniería de software – EscrituraOnSite	40
3.4.1	Diagrama de clases	40
3.4.2	Diagrama de flujo	41
3.5	Proceso de ingeniería de software – OnSiteWeb	42
3.5.1	Diagrama de clases	43
3.5.2	Diagrama de flujo	44
3.6	Tecnologías empleadas	45
3.6.1	J2ME + JSR 257	45
3.6.2	MySQL	45
3.6.3	Apache Tomcat	46
3.6.4	JSP – JSF 1.2	46
3.7	IDE's	47
3.7.1	Eclipse + plugin Nokia NFC	47
3.7.2	NetBeans + framework Visual Java Server Faces	47

4.	Prueba piloto	48
4.1	Ejecución de la prueba	49
4.2	Resultados de la prueba	52
4.3	Mejoras a la prueba	53
5.	Manual de usuario	55
5.1	Base de datos	55
5.1.1	Funcionalidad.....	55
5.1.2	Ejecución.....	55
5.2	Aplicación EscrituraOnSite	57
5.2.1	Funcionalidad.....	57
5.2.2	Instalación.....	57
5.2.3	Ejecución.....	58
5.3	Aplicación OnSite	61
5.3.1	Funcionalidad.....	61
5.3.2	Instalación.....	61
5.3.3	Ejecución.....	62
5.4	Aplicación OnSiteWeb.....	63
5.4.1	Funcionalidad.....	63
5.4.2	Instalación.....	64
5.4.3	Ejecución.....	64
6.	Conclusiones.....	67
7.	Glosario.....	69
8.	Bibliografía.....	72

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Modos de servicios NFC.....	6
Figura 2: Estándares relacionados con NFC.....	8
Figura 3: Funcionamiento físico de NFC	9
Figura 4: Tipos de interacción soportados por la tecnología NFC	10
Figura 5: Protocolos asociados a servicios NFC	11
Figura 6: Tag	12
Figura 7: Reader.....	13
Figura 8: Arquitectura de Paquetes Contactless Communication API.....	14
Figura 9: Ecosistema NFC.....	18
Figura 10: Ancianos tocando un <i>tag</i> con un dispositivo NFC.....	22
Figura 11: Descripción del caso Volvo	23
Figura 12: Transferencia entre equipos NFC con los dispositivos de medición y la terminal.....	24
Figura 13: Arquitectura General	32
Figura 14: Arquitectura Escritura OnSite	33
Figura 15: Arquitectura OnSite	34
Figura 16: Arquitectura OnSiteWeb	36
Figura 17: Sitio de ejecución de la prueba. Biblioteca EAFIT	50
Figura 18: Identificación de <i>usuario</i>	51
Figura 19: Identificación de <i>lugar</i>	51
Figura 20: Visualización de reportes de presencia	52
Figura 21: Inicio de MySQL Query Browser	55
Figura 22: MySQL Query Browser.....	56
Figura 23: Nokia PC Suite.....	57
Figura 24: Nokia Application Installer.....	58
Figura 25: Menú Principal del Nokia 6131 NFC	58
Figura 26: Menú de aplicaciones.....	59

Figura 27: Menú Principal EscrituraOnSite	59
Figura 28: Menú Usuario EscrituraOnSite	59
Figura 29: Escritura <i>Usuario</i> correcta	60
Figura 30: Menú <i>Lugar</i> EscrituraOnSite.....	60
Figura 31: Nokia PC Suite.....	61
Figura 32: Nokia Application Installer.....	62
Figura 33: Identificación de <i>usuario</i>	63
Figura 34: Identificación de <i>lugar</i>	63
Figura 35: OnSiteWeb.....	65
Figura 36: Página con el historial de reportes	65
Figura 37: Página con reportes por usuario.....	66

1. RESUMEN PROPUESTA

La aplicación prototipo que se elaboró en este proyecto de grado, tiene por objetivo controlar y verificar la presencia de personas en sitios y momentos específicos; situación que incumbe a empresas de varios sectores de servicios, como empresas de seguridad, servicio técnico, entre otras. La aplicación se desarrolló haciendo uso de etiquetas NFC y el teléfono móvil Nokia 6131 NFC.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existen muchas empresas que requieren la verificación de que su personal de servicio ha cumplido con cierta tarea de trabajo de campo, en un momento específico. Lograr esto puede ser difícil si no se cuenta con los medios adecuados, y en el peor de los casos, se debe estar sujeto a la honestidad del personal que, a través de una llamada, comunicación por *walkie-talkie* o llenado de una planilla, certifica su presencia en el lugar y el momento requeridos. Las empresas que utilizan las soluciones más modernas, lo hacen a través de unos *bastones RFID*, que permiten certificar la presencia de sus empleados, pero no pueden hacerlo en tiempo real. Estos bastones lo que hacen es almacenar en una memoria interna todos esos reportes de presencia, pero como carecen de medios de conectividad o comunicación, deben ser luego descargados vía USB a un computador y a un programa especial, lo que impide que esos reportes puedan hacerse en tiempo real.

Esta situación puede ser crítica para muchos negocios, en especial aquellos que tienen que ver con la prestación de servicios fuera de las instalaciones propias de la empresa. En dicho caso algún representante, por lo general un empleado, debe desplazarse hasta el sitio concreto del servicio, llevar a cabo su tarea, notificar el tiempo de llegada, comienzo y finalización de su labor.

Todo este proceso de control es pocas veces monitoreado y verificado, o al menos no se lleva a cabo de la manera apropiada. Esto puede definitivamente repercutir en la calidad del servicio, originando problemas con los clientes, insatisfacción con el servicio e imprecisiones que pueden resultar costosos, si se trata de actividades muy críticas, como el cuidado y seguridad de lugares o instalaciones determinadas.

Teniendo en cuenta lo previamente descrito, una tecnología que le pueda proveer al negocio la opción de mantenerse al tanto de toda la información acerca de las tareas que realizan sus empleados, se podría volver una herramienta indispensable, ya que podría convertirse rápidamente en un factor diferenciador y de gran valor para la empresa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar cómo la tecnología NFC puede ser aplicada para mejorar el proceso de control y verificación de presencia de personas en sitios y momentos específicos, y desarrollar una aplicación prototipo que sirva para resolver problemas de este tipo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la tecnología NFC, sus diferentes protocolos y características técnicas.
- Conocer sobre las múltiples aplicaciones de la tecnología NFC, tanto en implementaciones de uso masivo como de uso reducido y especializado.
- Desarrollar un prototipo de sistema de control y verificación de presencia "on-site", mediante el uso del teléfono celular Nokia 6131 NFC y *tags* compatibles con la tecnología NFC.
- Adquirir información sobre casos de empresas, iniciativas y proyectos extranjeros que estén trabajando con la tecnología NFC.
- Identificar los actores principales de la industria y el negocio NFC, conociendo cada uno de los principales jugadores de la cadena de valor.
- Identificar los diferentes problemas de la gestión de presencia "on-site" de personas y las ventajas de utilizar la tecnología NFC.

1.3 TEMARIO

En los siguientes capítulos se describirán cada uno de los aspectos importantes que componen este trabajo.

El segundo capítulo describe todo el trasfondo teórico de la tecnología NFC, los estándares que lo rigen, la historia de la tecnología, los diferentes proyectos de investigación y pilotos comerciales que existen alrededor del mundo, etc.

El tercer capítulo es el diseño del sistema que describe las características técnicas del desarrollo de la aplicación. Allí se encuentran diagramas de clases, diagramas de flujo y arquitectura de la aplicación.

En el cuarto capítulo se encuentra la descripción de la construcción de la prueba piloto.

En el quinto capítulo se encuentra el manual de usuario de la aplicación, en el que se explica la forma en que deben manipular las aplicaciones móviles OnSite y EscrituraOnSite, la base de datos y la aplicación web OnSiteWeb.

Por último se presenta un glosario de toda la terminología utilizada en este proyecto de grado.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

La presente sección tiene por objetivo describir el escenario mundial de la tecnología NFC, hacer un recorrido por su corta historia, y especificar sus protocolos, estándares, entre otros.

2.1 DEFINICIÓN NFC

NFC o *Near Field Communication* es una tecnología inalámbrica de corto alcance que, basada en la tecnología RFID, permite realizar una comunicación simple, segura e intuitiva entre dispositivos que se encuentran a una distancia de hasta de 10 centímetros en algunos casos. La tecnología NFC en sí, es la combinación entre RFID y la tecnología de *smart cards*, con el propósito de crear una forma de comunicación, elaboración de pagos y almacenamiento de datos mucho más segura para los dispositivos electrónicos móviles.

Dentro de la forma de trabajo de NFC, un dispositivo genera una onda de radio de baja frecuencia que opera a 13,56 MHz; cuando otro dispositivo NFC se acerca lo suficiente para ponerse en contacto, se genera un “acoplamiento magnético inductivo”, por medio del cual se puede realizar una transferencia de energía y de datos entre los dispositivos. El acoplamiento inductivo funciona solo para distancias cortas y es por esto que el uso de este tipo de acoplamiento es la principal diferencia entre NFC y otras tecnologías inalámbricas como Bluetooth y WiFi, donde éstas trabajan a una distancia máxima aproximada de 10 metros y 100 metros, respectivamente.

NFC maneja una tasa de transferencias de datos máxima aproximada de 424 Kbps, en comparación con Bluetooth (3 Mbps) y WiFi (54 Mbps), por lo que NFC no es la opción más adecuada para muchos tipos de transferencia de datos, pero sí para el que se propone en este trabajo.

Existen dos formas en que opera la comunicación NFC: pasiva y activa. En el modo activo, cada uno de los dispositivos dispone de una fuente interna de poder, y además genera su propio campo magnético para transmitir los datos. Por otro lado, en el modo pasivo, solo uno de los dispositivos es quien genera el campo magnético, mientras que las otras terminales, por medio del acoplamiento inductivo, absorben energía para poder comunicarse e intercambiar datos con el dispositivo activo. El modo de comunicación pasivo es muy importante para dispositivos de ahorro de energía, como los teléfonos móviles y PDAs, donde se hace necesario priorizar el uso de la energía.

Existen tres formas de utilizar NFC:

- Emulación de tarjetas: El dispositivo NFC se comporta como una *contactless card* y puede ser utilizado para el manejo de sistemas de pagos basados en diferentes métodos como MIFARE, Visa payWave, MasterCard PayPass o American Express ExpressPay.
- Modo Reader: Esta forma es una de las más comunes y utilizadas hoy en día; en donde el dispositivo NFC se encuentra en modo activo y lee un *tag* RFID pasivo; como lo es por ejemplo la lectura y almacenamiento de una dirección web, datos de una locación o cupones publicitarios.
- Modalidad P2P: Dos dispositivos NFC se comunican entre sí para el intercambio de información.

2.2 HISTORIA NFC

La tecnología NFC es una técnica basada en *RFID* (radio frequency identification). A continuación se hace una breve introducción a la tecnología RFID y la forma como se comenzó el proceso de consolidación de la tecnología NFC.

2.2.1 RFID

RFID o identificación por radiofrecuencia, en español, es un método automático de identificación que se basa en el almacenamiento y captura remota de datos usando dispositivos llamados *tags* RFID o transpondedores. “Una etiqueta RFID es un dispositivo pequeño, similar a una pegatina, que puede ser adherida o incorporada a un producto, animal o persona”¹, con el propósito de identificarlo a distancia usando ondas de radio.

Los sistemas RFID se componen básicamente de tres elementos:

- Tag RFID: Compuesto por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. Los hay de diferentes tipos, principalmente se clasifican en *pasivas*, *activas* y *semi-activas*.
- Reader RFID: Compuesto de antenas, un transceptor y un decodificador. El *reader* envía periódicamente señales para ver si hay algún *tag* en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una *tag*, extrae dicha información y se la pasa al sistema de procesamiento de datos.
- Sistema de procesamiento de datos: Es por lo general una aplicación que gestiona y procesa los datos recibidos del *reader* RFID.

¹ (Wikipedia, 2008)

2.2.2 NFC Y RFID

Básicamente, RFID y NFC utilizan los mismos estándares funcionales. Sin embargo, uno de los factores importantes que le falta a RFID, y lo que sería la extensión esencial de esta tecnología, es la comunicación entre dos dispositivos activos. “*Bi-directional device to device transfer of information is the key feature that differentiates NFC from RFID*”². NFC logra justamente esto que no consigue RFID y difiere de éste principalmente por dos motivos:

1. Los protocolos de las *contactless cards* y *smart cards* sólo soportan la comunicación entre dispositivos con energía y *tags* pasivos; pero NFC al mismo tiempo provee comunicación P2P (*peer-to-peer*), lo que le permite a 2 dispositivos interconectarse, haciéndola mucho más poderosa.
2. NFC no puede ser activado remotamente por accidente o involuntariamente. El teléfono obliga a que deba existir un acercamiento entre dispositivos antes de iniciar una comunicación.

“NFC combina la característica de leer y emular *tags* RFID, y también de intercambiar datos entre dispositivos electrónicos que tengan carga de energía”³. En otras palabras, NFC y su evolución a partir de otras tecnologías *contactless* han dejado en ella un legado que la convierte en una versión “mejorada” de lo que pueden ser esas otras tecnologías al servicio de los usuarios finales.



Figura 1: Modos de servicios NFC

2.2.3 NFC FORUM

NFC fue desarrollado conjuntamente entre Philips y Sony a finales de 2002, luego de llegar a un acuerdo, con el fin de crear una tecnología para las comunicaciones sin contacto (*contactless communications*). Fue a partir de estas primeras tecnologías *contactless* de RFID como MIFARE y FeliCa que evolucionó NFC. La organización europea ECMA adoptó la tecnología como un estándar en diciembre de 2002 y la ISO y la IEC la adoptaron en diciembre de 2003.

En 2004, Philips, Nokia y Sony fundaron el NFC Forum, una asociación industrial sin ánimo de lucro, para promover esta tecnología. Sus proponentes quisieron que NFC fuera compatible con

² (Anokwa, Borriello, Pering, & Want, 2007)

³ (Paus, 2007)

otras formas de tecnologías *contactless*, como la ISO 14443A, implementada en los productos MIFARE de Philips y PicoPass de Inside Contactless; y la ISO 14443B, el estándar más popular usado con la tecnología FeliCa de Sony. Al igual que NFC ambas operan en los rangos de frecuencia de 13.56 MHz. “NFC’s backwards compatibility allows it to fit in seamlessly with existing contactless infrastructures”⁴.

En junio de 2006, el NFC Forum introdujo la arquitectura estandarizada de la tecnología, las especificaciones iniciales y los formatos de *tags* para dispositivos compatibles con NFC. Estos incluyen NDEF (Data Exchange Format), y tres especificaciones iniciales para RTD (Record Type Definition) para posters inteligentes, texto, y aplicaciones de lectura de recursos de internet.

Con el fin de promover NFC a nivel mundial, Sony y Philips enviaron las especificaciones preliminares a la organización ECMA International, responsable de la estandarización de sistemas de información y de comunicación. Luego de desarrollar unas especificaciones técnicas abiertas, el protocolo NFCIP-1 fue aprobado bajo ECMA-340, y subsecuentemente enviado por ECMA International a ISO/IEC. Esta especificación fue aprobada bajo la ISO/IEC IS 18092. Más tarde fue aprobada por ETSI bajo el estándar ETSI TS 102 190.

Actualmente la colaboración técnica y de negocios relacionada con NFC se realiza bajo los acuerdos del NFC Forum. Sus miembros principales son: NXP (Philips), Sony, Nokia, HP, Texas Instruments, NEC, Samsung, Motorola, MasterCard, Visa, Panasonic, Microsoft, Gemalto, Vodafone, NTT DoCoMo, Siemens, entre otros. “En otras palabras, todos los jugadores principales del mercado de las comunicaciones móviles y electrodomésticos”⁵.

2.3 ESTÁNDARES NFC

Los estándares NFC y de las *smart cards* son reconocidos por diferentes organismos internacionales como ISO/IEC (International Organization for Standardization / International Electro-technical Commission), ETSI (European Telecommunications Standards Institute) y ECMA (European Association for Standardizing Information and Communication Systems).

Estos estándares especifican los esquemas de modulación, codificación, velocidades de transferencia y formato de marco de la interfaz RF (radio-frecuencia) de los dispositivos NFC. Definen también esquemas de inicialización y condiciones requeridas para control de colisiones de datos durante la inicialización, tanto para modos pasivos como modos activos de NFC, y protocolos de transporte, incluyendo protocolos de activación y métodos de intercambio de datos. NFC se encuentra estandarizado bajo:

⁴ (Harold, 2005)

⁵ (Csapodi & Nagy, 2002)

- ISO/IEC 18092/ECMA-340/ETSI TS 102 190: Near Field Communication Interface and Protocol- 1(NFCIP-1).
- ISO/IEC 21481/ECMA-352/ETSI TS 102 312: Near Field Communication Interface and Protocol-2 (NFCIP-2).

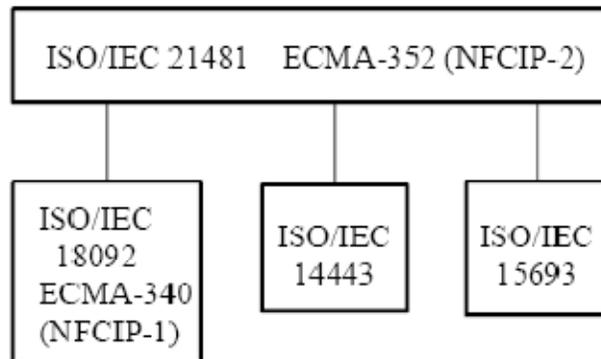


Figura 2: Estándares relacionados con NFC

NFC también incorpora una variedad de estándares pre-existentes, lo que habilita a esta tecnología para ser compatible con otras infraestructuras tecnológicas, y otro tipo de dispositivos de lectura:

- ISO 15693: Vicinity Cards.
- ISO 14443: Proximity Cards (MIFARE Tipos A y B).

2.4 PROTOCOLOS NFC

2.4.1 FUNCIONAMIENTO TÉCNICO DE NFC

Dentro de la tecnología NFC se deben analizar algunos términos, definiciones y componentes, que son necesarios para que el funcionamiento de esta tecnología sea lo más claro posible. NFC trabaja bajo lo que se conoce como el acoplamiento magnético inductivo, lo cual es una técnica sencilla y fácil de aplicar sobre el silicio, lo que permite una integración más sencilla y eficaz de las antenas del sistema NFC (para el envío y recepción de señales) y diferentes circuitos digitales en un solo chip para un dispositivo móvil.

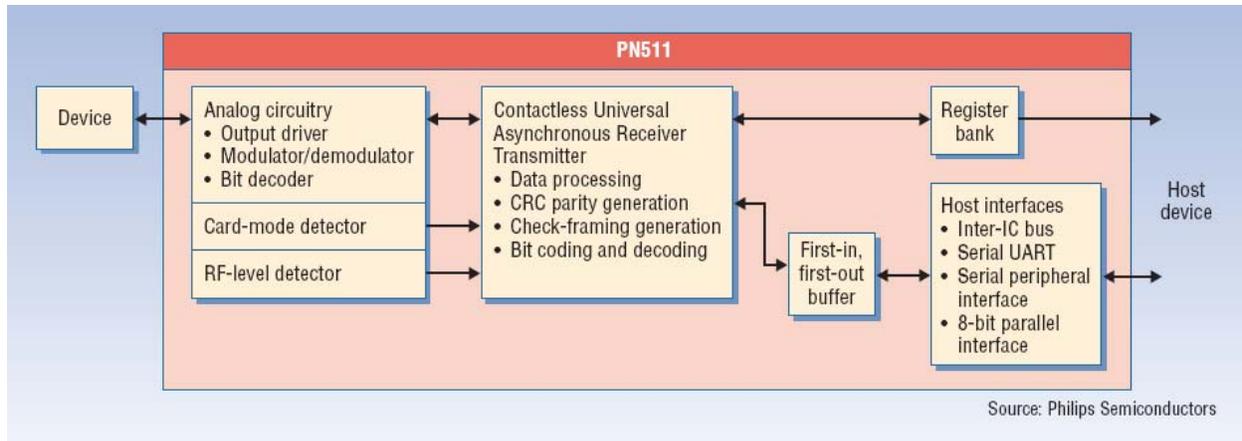
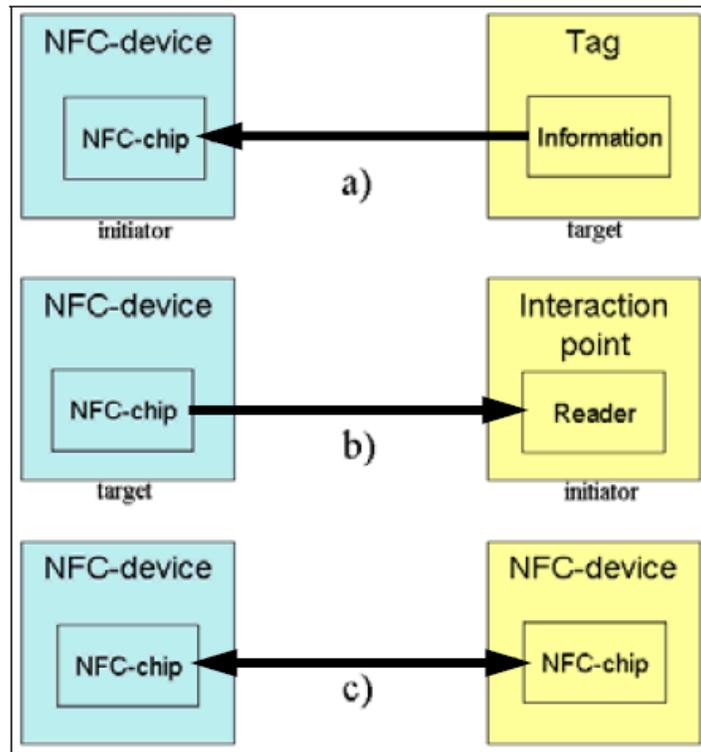


Figura 3: Funcionamiento físico de NFC

La figura anterior muestra el módulo de transmisión NFC de un semiconductor PN511 diseñado por la empresa Philips, en donde se logra ilustrar cómo los elementos de un sistema NFC se pueden integrar en un solo chip dentro de un dispositivo. Este circuito análogo procesa las señales que se reciben o se envían desde otro dispositivo. El elemento UART maneja toda la parte tecnológica detrás de la comunicación NFC entre dispositivos. El buffer FIFO permite la transferencia de datos entre el host y el UART. Otros componentes del chip se refieren a un detector de nivel de radio frecuencia (*RF-level detector*) que se sintoniza para reconocer señales de 13.56 MHz y poder así también identificar la presencia de otro dispositivo NFC cerca. El *“card-mode detector”* reconoce qué tipo de tecnología (Ejemplo: MIFARE de Philips o FeliCa de Sony) es la que envía la señal y prepara el *“Receiver”* para desmodular la misma.

2.4.2 NEAR FIELD COMMUNICATION INTERFACE PROTOCOL-1 (NFCIP-1)

Está definido en el ECMA-340 y en ISO-IEC 18092. Los estándares definen la modulación y esquemas de codificación de bits y la arquitectura para las tasas de transferencia de datos de 106, 212 y 424 kbits/s. Además, estandarizan la interfaz de señal de comunicación y el flujo general del protocolo. En los sistemas NFC, máximo dos dispositivos se pueden comunicar simultáneamente. Estos intercambian datos usando acoplamiento inductivo y señales de radio. Uno de los pares en la comunicación se llama iniciador y tiene un rol activo, mientras que el par pasivo se llama *target*. Ambos roles son siempre asignados, incluso si dos dispositivos NFC con carga de baterías se comunican.



La figura 4 muestra los diferentes tipos de interacción física que son posibles con la tecnología NFC. El chip NFC que está integrado en el dispositivo móvil puede leer la información de un *tag* (a), emular una *smart card* para que un *reader* pueda acceder a sus datos (b), o comunicarse directamente con otro dispositivo NFC (c).

NFCIP-1 define modelos de comunicación activa y pasiva. En modo activo, tanto el iniciador como el *target* generan un campo de frecuencia de radio. El iniciador empieza la comunicación usando el protocolo NFCIP-1. Una vez se completa la configuración y el *handshake*, comienza la transmisión de datos. En modo pasivo, solo el iniciador genera un campo de radio frecuencia. El *target* obtiene energía a través del acoplamiento inductivo y es capaz de enviar o recibir datos. Este modo permite el ahorro significativo de energía. Además, NFCIP-1 define el protocolo de transporte, métodos de anti-colisión para el modo activo, y selección de *target* e inicialización para el modo pasivo.

2.4.3 NEAR FIELD COMMUNICATION INTERFACE PROTOCOL-2 (NFCIP-2)

Está definido en el ECMA-352 y en ISO-IEC 21481. Este estándar especifica un método para escoger uno de los tres posibles modos de comunicación definidos en el ECMA-340 (NFCIP-1), ISO/IEC 14443 (MIFARE de Philips) e ISO/IEC 15693 (*tags* RFID). Por esta razón, NFCIP-2 provee una puerta de entrada entre diferentes estándares de interfaz existentes. Los dispositivos que

implementan NFCIP-2 necesitan implementar funciones de *dispositivo de acoplamiento de proximidad* (ISO/IEC 14443), *dispositivo de acoplamiento de vecindad* (ISO/IEC 15693) y las funciones de iniciador y *target* definidas en ECMA-340. Esto hace que los dispositivos NFC sean compatibles con sistemas existentes de FeliCa, MIFARE y otros. Sin embargo, no se logra compatibilidad en la emulación de *smart cards* para los estándares ISO/IEC 14443B e ISO/IEC 15936, aunque es posible la lectura y edición. Otro enfoque del protocolo es no perturbar cualquier comunicación saliente en la frecuencia de 13.56 MHz. Esto se alcanza usando CSMA (*Carrier Sense with Multiple Access*), por tanto un dispositivo NFCIP-2 no activará su campo de radio frecuencia cuando detecta un campo de radio que excede un umbral específico.

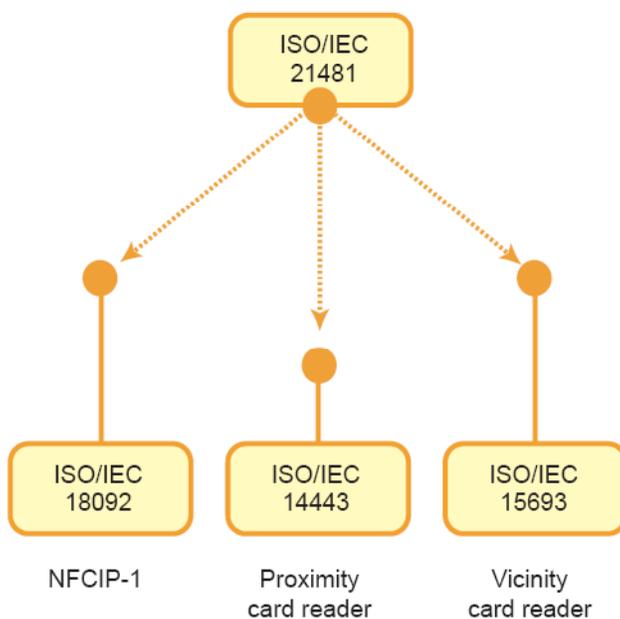


Figura 5: Protocolos asociados a servicios NFC

2.5 ESPECIFICACIONES NFC

2.5.1 COMPONENTES ADICIONALES

La tecnología NFC permite trabajar con una serie de componentes adicionales al dispositivo móvil, lo cual le permite ampliar el número de servicios y aplicaciones que se pueden desarrollar a partir de la misma; algunos de estos componentes se refieren a *tags*, *readers*, servidores, etc.

- **Tags**

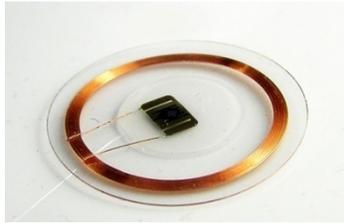


Figura 6: Tag

Los *tags* utilizados en la tecnología NFC tienen un número de identificación único (con un tamaño de 4 a 10 bytes), que se da por la combinación entre código de empresa fabricante y tipo de tecnología del *tag* (MIFARE, FeliCa, etc.).

Existen cuatro tipos de *tags* que se pueden manejar con los dispositivos NFC. Estos son los factores más importantes para lograr la interoperabilidad entre los distintos proveedores de los *tags* NFC y los fabricantes de dispositivos, para asegurar la consistencia para el usuario.

Las especificaciones operativas para el funcionamiento de los diferentes tipos de *tag* descritos por el NFC Fórum (Tipo: 1/2/3/4), proporcionan la información técnica necesaria para aplicar la lectura/escritura y las funciones de control del dispositivo NFC para interactuar con las *tags*.

Tag Tipo 1: Se basa en la norma ISO14443A. Los *tags* permiten ser de lectura y reescritura, aunque los usuarios pueden configurar el *tag* sólo para lectura. La memoria disponible es de 96 Bytes y expandible a 2 Kb; la velocidad de comunicación es de 106 Kbps.

Tag Tipo 2: Se basa en la norma ISO14443A. Los *tags* permiten ser de lectura y reescritura, aunque los usuarios pueden configurar el *tag* sólo para lectura. La memoria disponible es de 48 Bytes y expandible a 2 Kb; la velocidad de comunicación es de 106 Kbps.

Tag Tipo 3: Se basa en la *Japanese Industrial Standard (JIS) X 6319-4*, también conocido como FeliCa. Los *tags* se encuentran ya configurados desde la fabricación, ya sea para escritura, o sólo para lectura. La memoria disponible es variable, pero teóricamente el límite de memoria es 1 MB por servicio; la velocidad de comunicación es de 212 Kbps o 424 Kbps.

Tag Tipo 4: Es plenamente compatible con ISO14443A y los estándares B. Los *tags* se encuentran ya configurados desde la fabricación, ya sea para lectura y escritura, o de sólo lectura. La memoria disponible es variable, de hasta 32 KB por servicio; la velocidad de comunicación es de hasta 424 Kbps.

- **Reader**



Figura 7: Reader

El *reader* es un transmisor/receptor que lee el contenido de los *tags* y dispositivos NFC. El componente permite a la interfaz de equipo principal interactuar y comunicarse con el dispositivo o *tag* NFC. Dependiendo de la aplicación, el equipo central puede ser un PC de escritorio, un portátil, PDA, dispositivos de electrónica de consumo, etc. El PC/portátil es donde se almacena la aplicación que se habilita en el momento en que el dispositivo o *tag* NFC hace contacto con el *reader*.

2.6 CONTACTLESS COMMUNICATION API: JSR-257

El componente de desarrollo de las aplicaciones móviles involucradas en este proyecto de grado, se llevó a cabo haciendo uso del lenguaje de programación J2ME y el API adicional JSR-257, usado para interactuar con el hardware de dispositivos con NFC. Este API opcional del J2ME consiste en una interfaz de programación que permite a las aplicaciones acceder a información en *contactless targets*, como *tags* RFID y códigos de barras. A continuación se describe su estructura y las clases principales de cada uno de los paquetes que la componen.

2.6.1 ESTRUCTURA DEL API

Las clases e interfaces se dividen en cinco paquetes:

- *javax.microedition.contactless*: Provee descubrimiento de *targets* y clases comunes a todos esos *targets*.
- *javax.microedition.contactless.ndef*: Contiene clases e interfaces necesarias para la comunicación con *tags* que tienen datos en formato NDEF.
- *javax.microedition.contactless.rf*: Permite comunicación con *tags* RFID que no tienen datos en formato NDEF.
- *javax.microedition.contactless.sc*: Habilita la comunicación con *smart cards* externas.
- *javax.microedition.contactless.visual*: Permite la lectura y generación de *tags* visuales.

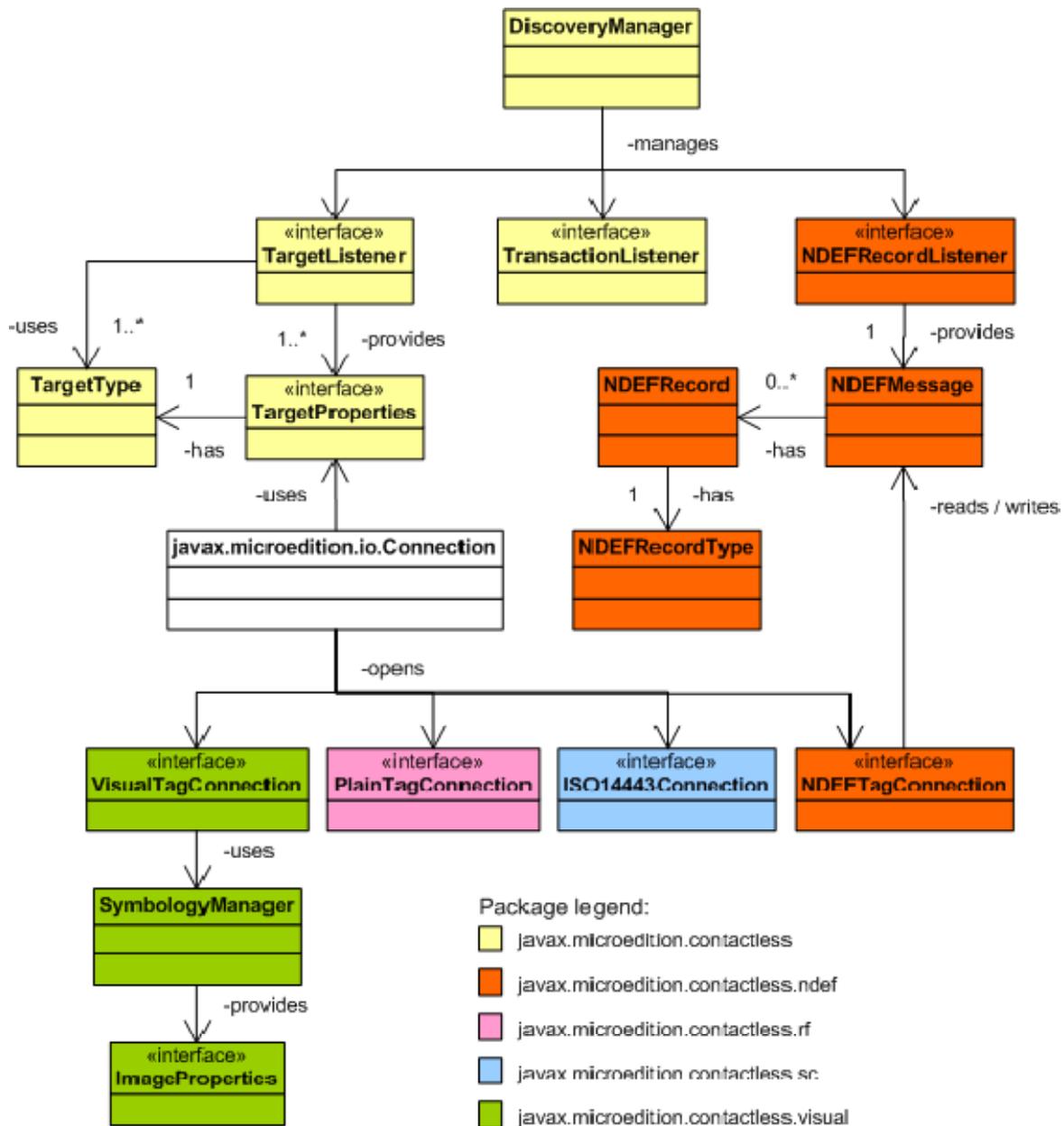


Figura 8: Arquitectura de Paquetes Contactless Communication API

2.6.1.1 PAQUETE JAVAX.MICROEDITION.CONTACTLESS

El descubrimiento de *contactless targets* es el punto de partida de este API. Una vez se descubre un *target*, una aplicación se puede comunicar con él. A continuación se enumeran las principales clases e interfaces de este paquete que son empleadas en este proyecto de grado.

- Clase *DiscoveryManager*: Ofrece mecanismos para el descubrimiento de *contactless targets* y maneja los diferentes tipos de *listeners* para este API.

- Interfaz *TagConnection*: Toda conexión que pueda ser usada para la comunicación con *tags* RFID o *smart cards* externos debe extender de esta interfaz.
- Interfaz *TargetListener*: Provee mecanismos para que la aplicación sea notificada cuando el hardware (teléfono móvil) descubre un *contactless targets*.
- Interfaz *TargetProperties*: Recoge las propiedades que son comunes a todos los *contactless targets* soportados por esta especificación como: mapping, uid, url, etc.
- Clase *TargetType*: Recoge todos los tipos de *contactless targets* soportados por este API como: ISO14443_CARD, NDEF_TAG, RFID_TAG, VISUAL_TAG.
- Interfaz *TransactionListener*: Provee la notificación a la aplicación cuando hay actividad del *secure element*, cuando el móvil está en modo de emulación de tarjetas.

2.6.1.2 PAQUETE JAVAX.MICROEDITION.CONTACTLESS.NDEF

El NFC Forum especifica un formato de empaquetado de datos para el intercambio de información entre dispositivos y *tags* NFC. Este formato se basa en registros NDEF, que es aprovechado por este API para la conexión a *contactless targets* sin la necesidad de saber el tipo físico de los mismos. A continuación se enumeran las principales clases e interfaces de este paquete que son empleadas en este proyecto de grado.

- Clase *NDEFMessage*: Representa un mensaje NDEF que puede contener uno o más registros NDEF. Esta clase permite la manipulación de los registros NDEF en memoria.
- Clase *NDEFRecord*: Consiste de un tipo, formato de tipo, identificador para el *payload* y el *payload* en un arreglo de bytes. Es la abstracción de un registro NDEF definido por el NFC Forum.
- Interfaz *NDEFRecordListener*: Provee mecanismos a la aplicación para notificarla cuando se descubren registros NDEF en los *contactless targets*. Esta notificación se basa en el tipo de registro del *target*.
- Clase *NDEFRecordType*: Encapsula los tipos de un registro NDEF. Almacena el nombre y formato de los nombres del registro. Sigue las reglas de los RTD's definidos por el NFC Forum.
- Interfaz *NDEFTagConnection*: Define la funcionalidad básica para el intercambio de información formateada según el NFC Forum. Provee el mecanismo para escribir y leer datos sin conocer el tipo físico del *target*.

2.6.1.3 PAQUETE JAVAX.MICROEDITION.CONTACTLESS.RF

Este paquete define una interfaz de alto nivel para acceder a la mayoría de RF *contactless targets*, y provee mecanismos de acceso físico a este tipo de *targets*. Puede ser usada con *targets* RFID físicos que no soportan NDEF.

Al no haber sido empleada para el desarrollo de este proyecto de grado, sus clases e interfaces no se describen en el presente documento.

2.6.1.4 PAQUETE JAVAX.MICROEDITION.CONTACTLESS.SC

La comunicación con *smart cards* externas se lleva a cabo con la utilización de las interfaces de este paquete. Una vez se descubre una *smart card*, la comunicación se lleva a cabo con la conexión `ISO14443Connection`, basándose en los comandos APDU.

Al no haber sido empleada para el desarrollo de este proyecto de grado, sus clases e interfaces no se describen en el presente documento.

2.6.1.5 PAQUETE JAVAX.MICROEDITION.CONTACTLESS.VISUAL

Este paquete contiene funcionalidades que permiten la comunicación con *contactless targets* de tipo *tags* visuales. Contiene las interfaces y clases necesarias para leer información almacenada en los *tags* visuales y generar esos *tags* visuales usando simbologías especiales.

Al no haber sido empleada para el desarrollo de este proyecto de grado, sus clases e interfaces no se describen en el presente documento.

2.7 CADENA DE VALOR E INDUSTRIA NFC

2.7.1 MODELO DE SERVICIOS NFC

A pesar del gran beneficio que NFC provee en cuanto a temas de seguridad, agilidad, integración, etc., ésta tecnología aún posee algunas deficiencias y problemas que pueden ser derivados de las barreras técnicas y tecnológicas de hoy en día.

La tecnología NFC tiene un gran futuro y camino por recorrer, pero las aplicaciones NFC móviles de hoy en día, son aplicaciones específicas para ciertos dispositivos, de acuerdo con el modelo y marca, lo cual restringe a los proveedores de servicios para desarrollar y probar una aplicación, ya que ésta debe ser desarrollada de forma única para cada dispositivo.

Los actuales modelos de operación y funcionamiento de la tecnología NFC soportan únicamente modelos de negocio que comprendan una única aplicación, lo cual sólo permite que se encuentre ejecutada una aplicación al tiempo. “Aunque la tecnología en sí, permite y garantiza la separación de varias aplicaciones en el mismo chip con un alto nivel de seguridad y

un mínimo de riesgo de corrupción, todavía existen algunas especificaciones de seguridad que no permiten la ejecución de más de una aplicación al tiempo.”⁶

En los dispositivos NFC, dependiendo del uso que se le dé, sus *tags* internos trabajan ya sea de forma activa o pasiva. Los modelos de servicio de NFC hasta la fecha han sido más que todo, aquellos donde el usuario final tiene un *tag* pasivo asociado, como por ejemplo, un ID o tarjeta. Este tipo de modelo de servicio seguirá siendo relevante, incluso cuando los teléfonos móviles NFC impacten en gran medida el mercado, ya que el *tag* que se encuentra localizada dentro del dispositivo muy probablemente se utilizará en diferentes tipos de aplicaciones, por lo que el contenido del *tag* puede ser particionado en diferentes áreas de memoria para el uso de las diferentes aplicaciones.

El otro modelo de servicios es aquel en donde el dispositivo móvil del usuario final actúa como un *reader* activo NFC. Este modelo permite utilizar los dispositivos para aplicaciones y escenarios mucho más complejos, ya que esta funcionalidad le permite al usuario interactuar con aplicaciones y servicios del propio teléfono móvil, como por ejemplo SMS, Web, etc.

En términos de la interacción, en la tecnología NFC, ésta se puede dar ya sea a nivel local o en red. En el servicio a nivel local, el *tag* es leído por un *reader*, en donde el servicio es ejecutado y establecido, normalmente por una aplicación desarrollada por el cliente. En el sistema de servicios por medio de la red, el *tag* activa una conexión de red (o SMS) a un servicio, y éste funciona por medio de la red, y se consume, ya sea por un cliente o un navegador Web.

2.7.2 INDUSTRIA NFC

Introducir NFC al mercado global ayudará a impulsar la aceptación de las transacciones *contactless*, ya sea para realizar compras o para obtener y compartir información. La simplicidad de tener un dispositivo móvil o una *smart card* cerca de una terminal para realizar la compra de un producto o servicio, entre muchas otras cosas, refleja el gran potencial de NFC para lograr un gran cambio en la forma en que se hacen muchas de estas actividades.

La industria NFC es igual de compleja a la de cualquier otra industria tecnológica y en donde muchos son los actores que hacen parte de ella, y que juntos logran formar y definir lo que se conoce como el ecosistema de NFC. La figura 9 muestra la industria NFC y los actores que participan en la misma.

⁶ (Benyó, Vilmos, Kovacs, & Kutor, 2007)

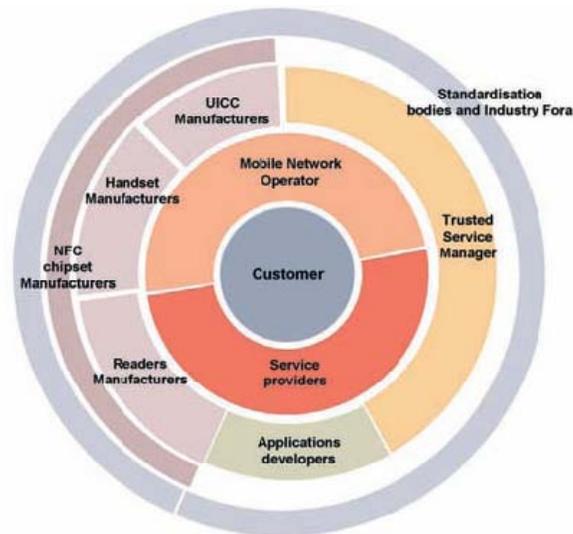


Figura 9: Ecosistema NFC

A continuación se relacionan los mencionados actores:

Customer: Es quien utiliza el dispositivo móvil para las comunicaciones y para utilizar los servicios NFC. El cliente se suscribe a un MNO y utiliza los servicios móviles NFC.

MNO (Mobile Network Operator): Ofrece todos los servicios móviles al cliente.

Service Provider (Proveedor de Servicio): Ofrece los servicios NFC para el cliente.

TSM (Trusted Service Manager): Provee, distribuye y gestiona de forma segura los servicios prestados por el *Proveedor de Servicio* a la base de clientes del *MNO*.

Handset, NFC Chipset and UICC Manufacturer: Produce los dispositivos NFC y el hardware UICC (o SIM Card) asociado.

Reader Manufacturer: Produce los dispositivos *readers* de la tecnología NFC.

Application developer (Desarrollador de la aplicación): Es el encargado de los diseños y desarrollo de las aplicaciones móviles NFC.

Standardisation Bodies and Industry Fora: Desarrolla un estándar global para NFC, que permite la interoperabilidad, compatibilidad y futuros desarrollos de aplicaciones y servicios NFC.

Dentro de este gran número de actores que se presentan en el ecosistema de la tecnología NFC, se pueden destacar dos actores principales que son el *Proveedor de Servicio* y los *MNOs*. Entre los *Proveedores de Servicios* es importante destacar las empresas de tarjetas (*Card Companies*), las cuales representan un gran potencial de servicio que pueden ser transformados a aplicación en el entorno de NFC.

Los *MNOs* tienen el beneficio que controlan las instalaciones de descarga disponibles. Además también tienen control sobre el espacio en las *SIM cards*, que podrían utilizarse para el almacenamiento de aplicaciones de seguridad. Con el control de las descargas y almacenamiento de servicios y aplicaciones en el dispositivo, las *MNO* cuentan con dos servicios por los que puede llegar a cobrar, lo que proporcionaría grandes beneficios para estos operadores. Los *Proveedores de Servicios* prefieren prestar una solución independiente en la que puedan disponer de la instalación de descarga de aplicaciones, y en donde ésta pueda ser almacenada en un espacio neutral dentro del dispositivo (Por ejemplo: Un segundo chip o una Tarjeta SD).

Las aplicaciones de NFC necesitan trabajar bajo un entorno seguro (*Secure Environment*). La UICC provee tanto seguridad a nivel lógico como a nivel físico. Además, la UICC ha sido identificada por los *MNOs* como el entorno seguro más recomendado para este tipo de tecnología.

Por otro lado, un punto clave entre estos dos actores principales de la industria de NFC, es el *TSM*, quien proporciona el único punto de contacto de los *Proveedores de Servicios* con la base de datos de clientes de los *MNOs*. Además, se encarga de administrar y gestionar las descargas de las aplicaciones, y velar que éstas se den de forma segura, gestionando también el ciclo de vida de las mismas.

Para cumplir con estas tareas, el *TSM* se debe cumplir ciertos requisitos, como lo es el ser capaz de manejar y gestionar un gran número de contratos y socios y tener un manejo seguro de todos los servicios y aplicaciones que representa.

El *TSM* no participa directamente en la etapa de la transacción de los servicios, asegurando que el modelo de negocio del *Proveedor del Servicios* no sea perturbado. El número de *TSMs* en un mercado dependerá de las necesidades del mercado y de las circunstancias. El papel que el *TSM* jugará dentro de la cadena de valor se debe definir y acordar entre los principales actores (El *Proveedor de Servicios* y *MNOs*) a fin de prestar los servicios NFC de forma eficiente a los clientes.

El amplio potencial aplicativo de la tecnología NFC y el gran número de servicios que se pueden prestar, dan como resultado un gran número de actores interesados en participar en la cadena de valor de esta tecnología, cada uno con sus propias estrategias y objetivos, pero que al igual se deben tratar de armonizar y compactar para no causar conflictos e interoperabilidad entre aplicaciones y dispositivos.

El éxito de los servicios NFC dependerá en gran medida de la capacidad de la industria para establecer un ecosistema constante y donde se logre cautivar a una masa crítica. Para una buena compenetración de los actores y un buen funcionamiento del ecosistema de NFC, se

deben tener en cuenta algunos factores que influyen en la forma del ecosistema de la tecnología NFC, entre los que se pueden mencionar:

- Los clientes esperan servicios favorables, amigables, y con un gran nivel de seguridad, dentro de un ambiente de confianza.
- Los *Proveedores de Servicios* quieren que sus aplicaciones sean utilizadas en el mayor número de dispositivos móviles posibles.
- Los fabricantes de teléfonos celulares quieren hacer sus dispositivos móviles más atractivos para el cliente.
- Los MNOs quieren proporcionar nuevos servicios *contactless* que sean seguros, de alta calidad y compatible con los servicios existentes.
- Los MNOs quieren aprovechar las relaciones existentes con el cliente para proporcionar un excelente servicio, tanto para el cliente como para el Proveedor de Servicios.

2.8 APLICACIONES NFC DEFINIDAS POR EL NFC-FORUM

Más que un avance totalmente novedoso y conveniente, la tecnología NFC puede en realidad hacer mucho más fácil las tareas del día a día: realizar pagos, uso del transporte público, manejo de identificaciones, compartir información, etc. En los dispositivos móviles NFC se podrá tener lo que se conoce como "Billetera electrónica", donde se sustituirá un gran porcentaje de las tarjetas de crédito e identificaciones, además de otro gran número de objetos.

De acuerdo con el NFC-Forum, las aplicaciones NFC se pueden dividir en tres grandes grupos:

2.8.1 ACCESO A TRANSPORTE Y COMPRAS DE MODO CONTACTLESS

El tema de transporte es quien, hoy en día, es el líder en cuanto al uso de la tecnología NFC. Ejemplo de esto, son los tiquetes electrónicos, que ya han comenzado a cambiar la velocidad y la facilidad con la que los consumidores pueden usar el transporte público y tener acceso a ambientes controlados, como los garajes públicos. NFC permite además a los usuarios realizar de manera rápida y segura compras. El pago de comidas en un restaurante no necesitará el uso de una tarjeta de crédito, sino, simplemente pasar el dispositivo NFC por un *reader* para completar la transacción. Los *tags* NFC pueden ser colocados casi en cualquier lugar: En el interior de un producto, en cajas registradoras y puntos de venta, en los parquímetros, dispensadores de periódicos, oficinas, paradas de autobuses, cajeros automáticos, etc. Las posibilidades son tan amplias como la imaginación.

2.8.2 INFORMACIÓN EN MOVIMIENTO Y DESCUBRIMIENTO DE SERVICIOS

La búsqueda y recopilación de información es fácil de conseguir con la tecnología NFC. Los datos almacenados en un *tag* de cualquier objeto pueden ser accedidos desde un dispositivo móvil, ya sea pasando el dispositivo por el display de un almacén para obtener descuentos o pasándolo por un póster para descargar el último *ringtone* del grupo musical favorito.

Además, NFC permite utilizar los dispositivos móviles como documento de identificación. En Japón, por ejemplo, el ID de los estudiante puede ser almacenados en los dispositivos NFC, lo que le permite a los estudiantes inscribirse a clases vía electrónica, abrir puertas, comprar comida, prestar libros, etc.

2.8.3 SIMPLIFICAR LAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Ya sea con dos dispositivos NFC juntos para el intercambio electrónico de información de negocios, personal o fotos, NFC ofrece varias formas de acelerar y simplificar el intercambio de datos entre los consumidores.

Más allá del éxito de la telefonía móvil, la tecnología NFC acelerará la adopción de otras tecnologías de comunicación móviles, como lo son: Bluetooth, WiFi y ZigBee. La simplicidad y seguridad de NFC han acelerado la adopción de la tecnología inalámbrica en diferentes dispositivos, haciendo que el uso de esta tecnología sea cada vez más fácil para el ser humano.

2.9 ESTADO ACTUAL DE NFC EN EL MUNDO

2.9.1 CASOS DE ESTUDIO Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Existen diferentes instituciones universitarias y centros de investigación a nivel mundial que han hecho investigación sobre la tecnología NFC y sus aplicaciones. Algunos de ellos se referencian en este proyecto de grado, por tratarse de usos innovadores de la tecnología, que no habían sido presupuestados ni tenidos en cuenta por la máxima autoridad, el NFC Forum, y que dejan claro el potencial de esta nueva tecnología.

2.9.1.1 EXPERIENCES FROM (NFC) IN A MEAL SERVICE SYSTEM

Institución: VTT Technical Research Center of Finland

Autores: Erkki Siira, Juha Haikio

Consiste en un proyecto piloto desarrollado entre *VTT Technical Research Centre* de Finlandia y la empresa *ToP Tunniste* de este mismo país, que pretendía examinar las posibilidades de utilización de la tecnología NFC para los pedidos de comidas a domicilio para ancianos. El piloto fue desarrollado en la ciudad finlandesa de Oulu durante el otoño de 2006. Los clientes principales de este proyecto, los ancianos, hacían sus órdenes de comidas diarias tocando un *tag* NFC con teléfonos habilitados con esta tecnología. Los conductores que entregaban las comidas usaban también estos teléfonos celulares especiales para confirmar la entrega de las comidas en las casas de los ancianos, mientras que otros usuarios del sistema monitoreaban todo el proceso del servicio. La duración de esta prueba piloto fue de aproximadamente 8 semanas.



Figura 10: Ancianos tocando un *tag* con un dispositivo NFC

2.9.1.2 MOBILE RFID: A CASE FROM VOLVO ON INNOVATION IN SCM

Institución: Volvo IT & Viktoria Institute - Chalmers University of Technology, Suecia

Autores: Magnus Holmqvist, Gunnar Stefansson

El proyecto consistió en probar las capacidades de un teléfono móvil habilitado con NFC para dar soporte a las actividades de monitoreo industrial en la cadena de suministro en Volvo, una

compañía constructora de automóviles sueca. En dicha compañía habían evaluado la posibilidad de hacer el montaje de una solución e infraestructura de RFID fijo, pero descubrieron que los costos eran elevados, y podrían no ser justificables financieramente, a menos que se tratara de una instalación para el manejo de altos volúmenes de ítems de alto valor. Conociendo esto, evaluaron una solución de RFID móvil habilitada con teléfonos celulares compatibles con NFC, y haciendo uso de la infraestructura de comunicación GSM/GPRS existente, la cual se resume en la siguiente figura.

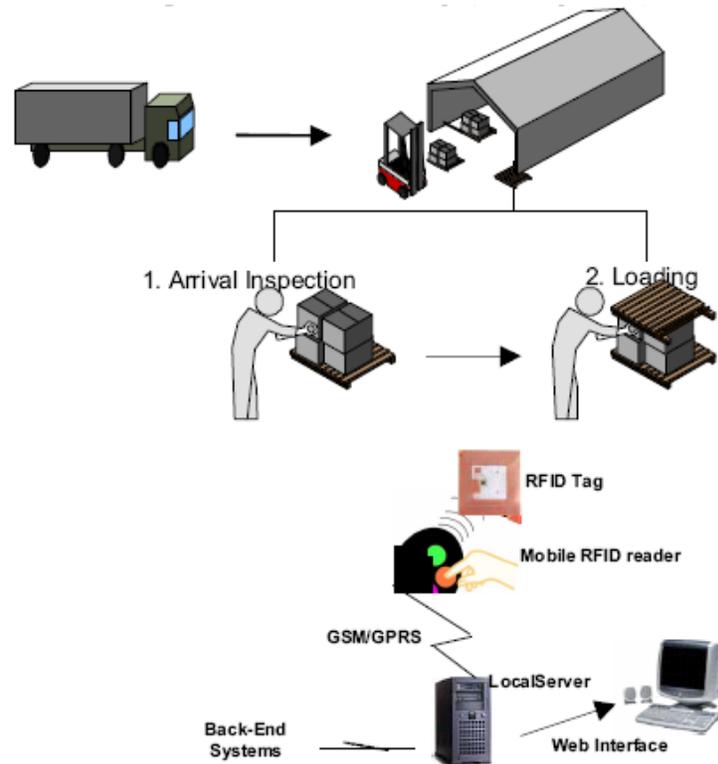


Figura 11: Descripción del caso Volvo

Esta figura muestra la utilización de los teléfonos celulares para la lectura de pallets al momento de llegada de la mercancía de los proveedores, y al momento de ser cargados desde la bodega, para ser enviados a otra planta manufacturera de Volvo en Brasil.

El hallazgo más importante de este estudio y prueba piloto, fue que la solución de RFID con teléfonos móviles fue muy satisfactoria, dada las particularidades del caso de aplicación de Volvo, donde no se requerían hacer grandes cantidades de lecturas de mercancía, y solo se estaba monitoreando un tipo de mercancía específica de mucho valor, que no rotaba tanto como para justificar el despliegue de una solución más costosa de RFID fijo. Concretamente se estimó que lo recomendable era no tener más de 10 lecturas/minuto.

2.9.1.3 APPLICATION OF NEAR FIELD COMMUNICATION FOR HEALTH MONITORING IN DAILY LIFE

Institución: VTT Technical Research Center of Finland

Autores: Esko Strömmer, Jouni Kaartinen, Juha Pärkkä, Arto Ylisaukko-oja, Ilkka Korhonen

Este estudio plantea la utilización de la tecnología NFC en la comunicación entre terminales móviles (teléfonos o PDA's) con otros dispositivos de monitoreo de salud, como sensores médicos e instrumentos como monitores de presión sanguínea, monitores de glucosa en la sangre, monitores del ritmo cardíaco, y básculas de peso. Según el estudio, NFC tiene, comparado con otras tecnologías competidoras, alto potencial por su bajo costo, fácil utilización y bajo consumo de energía.

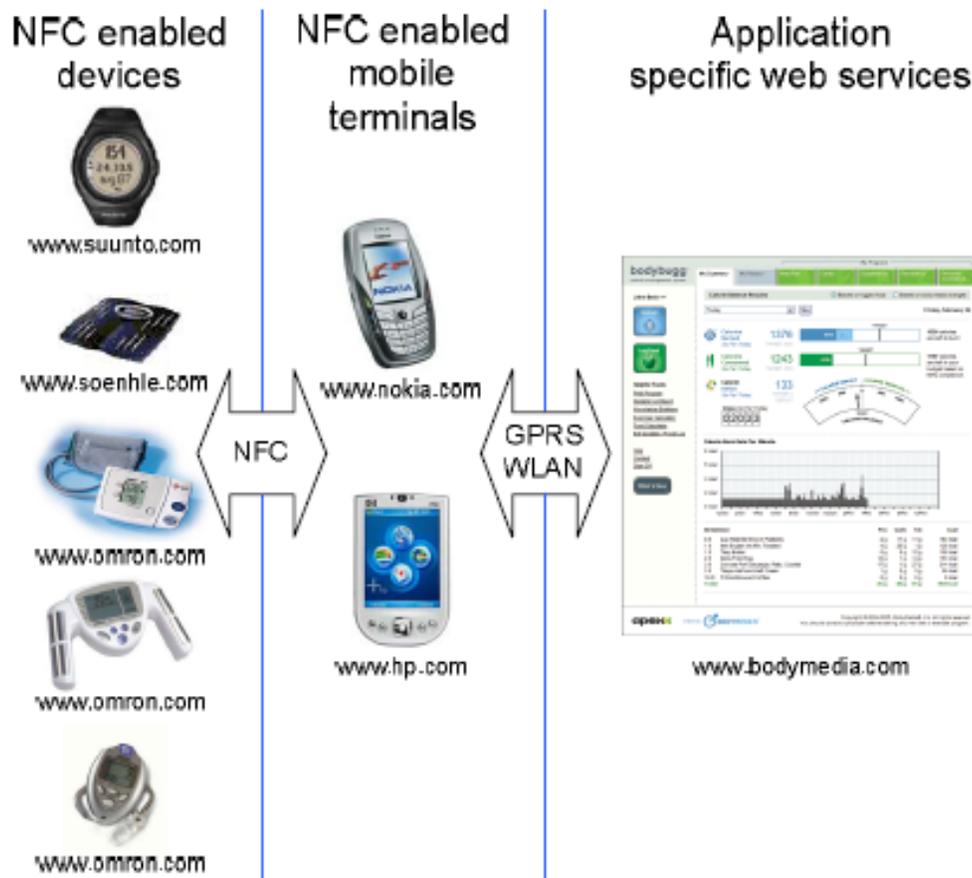


Figura 12: Transferencia entre equipos NFC con los dispositivos de medición y la terminal

Bajo estas premisas, el estudio concluye que NFC puede mejorar la usabilidad de los dispositivos de monitoreo así:

1. Tiene un corto tiempo de latencia comparado con la conexión de alambres o el establecimiento de conexiones Bluetooth con terminales móviles.
2. Puede ser usado para establecer conexiones Bluetooth rápidamente entre dispositivos con solo traerlos cerca uno del otro. De esta forma, el usuario no tiene que buscar ítems de menú y parámetros de configuración.
3. Gracias al bajísimo consumo de energía de los dispositivos objetivo, NFC puede ser usado para encender y apagar dispositivos de monitoreo, o para simplemente activar alguna función específica cuando se acerque otro dispositivo NFC a ellos.

2.10 PILOTOS DE NFC ALREDEDOR DEL MUNDO

NFC es una tecnología nueva sin muchas implementaciones comerciales hasta ahora. Sin embargo, sí existe un gran número de demos y proyectos piloto, tanto completados como en desarrollo, a nivel mundial. Todos ellos muestran como “NFC puede cambiar nuestra forma de vivir, trabajar y jugar”⁷.

- **Hanau, Alemania:** En noviembre de 2004, Nokia, Philips y Rhein-Main Verkehrsverbund (RMV), la autoridad de transporte público del área metropolitana de Frankfurt, Alemania anunciaron un proyecto conjunto para el uso de los teléfonos Nokia 3220 equipados con NFC en el pago de tiquetes y acceso a la red local de buses de esa ciudad. Cerca de 160 personas formaron parte del proyecto como usuarias de estos teléfonos móviles y más del 90% de ellas se mostraron satisfechas con la conveniencia y los resultados del sistema. Gracias a que se pudieron apoyar en la infraestructura existente de *contactless smart cards*, el piloto fue todo un éxito y es hoy por hoy el primer despliegue comercial de NFC en el mundo.
- **Limburg, Holanda:** En octubre de 2005, el club de la primera división del fútbol holandés Roda JC, entregó 50 celulares Nokia 3220 equipados con NFC para que accedieran al estadio de su equipo durante esa temporada. Este proyecto se desarrolló conjuntamente entre el club, la asociación de fútbol holandés KNVB, el proveedor de telecomunicaciones holandés KPN, Philips, Bell ID y SmartPoint. Los teléfonos móviles

⁷ (NFC Forum, 2006)

tenían la función de reemplazar la *contactless card* del club llamada *Club Card*, y les permitía también pagar por sus compras de bebidas y comida en las tiendas del estadio. Roda JC sólo permite pagos al interior de su estadio con la *contactless card* o con los teléfonos.

- **Caen, Francia:** 200 residentes de esta ciudad francesa usaron teléfonos móviles Samsung D500 equipados con NFC para hacer pagos en algunas tiendas seleccionadas, parqueaderos públicos, sitios turísticos famosos y posters interactivos distribuidos por toda la ciudad, para adquirir información del sitio en particular, durante una prueba que duró seis meses y que comenzó en octubre de 2006. En este piloto, Philips trabajó de cerca con France Telecom, el operador Orange, Samsung y otras tiendas de renombre como Groupe LaSer y Vinci Park. Esta prueba piloto fue la primera a gran escala de la tecnología emergente NFC.
- **Atlanta, USA:** En una colaboración entre grandes de la industria como JPMorgan Chase, Cingular Wireless, Nokia, Philips, Visa USA y ViVOtech, con Atlanta Spirit, compañía propietaria de los Atlanta Hawks, de la NBA y los Atlanta Thrashers, de la NHL, y con el estadio Philips Arena, se llevó a cabo la primer prueba a gran escala de la tecnología NFC en Norteamérica que comenzó a finales de 2005. Los usuarios usaron sus teléfonos Nokia 3220 y las cerca de 150 terminales POS de ViVOtech distribuidas en el estadio para hacer pagos a través de la red de Visa, y para descargar ringtones, wallpapers y demás, con solo acercar sus celulares a posters inteligentes con *tags* NFC.
- **Seúl, Corea:** SKTelecom y Philips realizaron una prueba piloto de seis meses comenzando en junio de 2006. El proyecto se desarrolló en los edificios de SKT y se les proveyó a 400 empleados de la compañía y a algunos visitantes con teléfonos equipados con NFC. Las primeras aplicaciones ofrecidas incluyeron posters inteligentes para descargar wallpapers y ringtones. También se realizaron pruebas de pago *contactless* en ciertas tiendas y se permitió el acceso al sistema de transporte y la descarga de los horarios del transporte público. Un aspecto interesante de este piloto fue que de los 400 teléfonos utilizados, 200 tenían chips NFC embebido, y los otros 200 tenían extensiones plug-n-play de NFC.
- **Xiamen, China:** En una unión entre Nokia y Xiamen e-Tong Card, comenzó julio de 2006 el primer proyecto piloto de NFC en China. Se seleccionaron 100 participantes para que usaran el teléfono celular Nokia 3220, para llevar a cabo pagos electrónicos en cualquier restaurante, en el sistema de transporte, en teatros de cine y en todas las tiendas que aceptaran la tarjeta Xiamen e-Tong. Además de las funcionalidades antes descritas, los

suscriptores podían revisar el balance de sus tarjetas e-Tong, así como también las últimas nueve transacciones hechas con el móvil.

- **París, Francia:** La compañía Inside Contactless se involucró a mediados de 2006 en un proyecto piloto junto con Gemalto, una compañía fabricante de SIM cards, que permitió a los viajeros parisinos usar sus teléfonos equipados con NFC para pagar por los tiquetes del Sistema Metro de París, en sustitución de las *smart cards* Navigo. Lo más importante de este piloto fue la utilización de una mejora de la tecnología NFC conocida como eNFC y desarrollada por Inside Contactless, que permite la utilización de las cualidades NFC de los teléfonos móviles aún cuando están sin batería.
- **Malasia:** En abril de 2007, Visa International, en colaboración con el banco malayo Maybank, Maxis Communications Berhad y Nokia, lanzaron el primer piloto de Mobile Visa Wave Payment en Malasia. 200 participantes que eran suscriptores de la red móvil de Maxis y propietarios de tarjetas de Maybank, participaron en el proyecto piloto que duró cuatro meses. Se empleó el modelo Nokia 3220 conectado a la red de Maxis y con funciones pre-cargadas de Visa Wave, para pagar en cualquier punto de pago habilitado con esta tecnología.
- **New York, USA:** A finales de 2006 y comienzos de 2007 se llevó a cabo una prueba piloto en esta ciudad liderada por Cingular, Nokia, y MasterCard. Los usuarios emplearon teléfonos móviles Nokia 3220 equipados con NFC en cualquier punto de pago de la ciudad que tuviera las terminales POS PayPass de MasterCard. También lo utilizaron para acceder al sistema metro de esa ciudad.
- **Manchester, Inglaterra:** A finales de agosto de 2006, el club de la Premier League inglesa Manchester City comenzó un piloto para la emisión de tiquetes móviles en celulares equipados con NFC, muy similarmente al piloto que se llevó a cabo en el estadio del Roda JC, en Holanda. Se les entregaron celulares Nokia 3220 a 10 hinchas del club para que pudieran ingresar rápidamente por los torniquetes del estadio. Por el momento no se tenía la funcionalidad de pagos con los celulares ni tampoco la de adquisición de información a través de posters NFC.
- **Ámsterdam, Holanda:** Este proyecto piloto fue administrado por la compañía japonesa de *contactless cards* JCB, CCV Holland B.V., Gemplus, KPN, Nokia, PaySquare, Philips y ViVOtech, para hacer pequeños pagos a lo largo de toda Ámsterdam. A 100 propietarios de tarjetas de crédito se les equipó con el celular NFC Nokia 3220, pre-cargado con la aplicación de pagos de JCB.

- **Grenoble, Francia:** A partir de marzo de 2007, 200 pasajeros de la ciudad de esta ciudad francesa comenzaron a utilizar los teléfonos móviles SAGEM my700Xv como tiquetes electrónicos del sistema de transporte, para acceder a mapas de calles y rutas locales, horarios del metro, entre otros. La prueba piloto liderada por Sagem Communication, Gemalto, Bouygues Telecom, Transdev, Mobivillage, Parkeon e Inside Contactless, está potenciada por la tecnología *eNFC* de esta última.
- **Estrasburgo, Francia:** En noviembre 19 de 2007, seis bancos franceses y compañías de telecomunicaciones lanzaron « Payez Mobile », un piloto de NFC en las ciudades de Caen, donde anteriormente ya se han llevado a cabo pilotos, y en Estrasburgo. Las pruebas incluyeron cerca de 1000 consumidores que podían hacer pagos con sus teléfonos móviles en cerca de 200 puntos de venta de la ciudad durante 6 meses. Lo más novedoso de este piloto consiste en los nuevos teléfonos que se emplearon: LG Electronics L600V, Motorola L7 y Sagem My700x. Se permitió hacer pagos en panaderías, supermercados, tiendas de ropa, puntos de venta de periódicos, y en restaurantes de comida rápida (como McDonald's), para montos pequeños sin necesidad de PIN, o para montos grandes, ingresando un PIN.
- **Bangkok, Tailandia:** En junio de 2007 comenzó una prueba piloto en la torre Shinawatra de Bangkok, en la que se seleccionaron 50 usuarios y 10 tiendas para formar parte de las pruebas de pagos electrónicos con el apoyo de la compañía Advanced mPay. Por otro lado, Cineplex Group, una cadena de entretenimiento de Tailandia, junto con Payzy, POSNET, Philips y ViVOtech, llevaron a cabo una prueba piloto en la que utilizaron teléfonos Nokia y Samsung, para que los usuarios pagaran por los tiquetes de cine y sesiones de karaoke.
- **Taiwán:** En éste se llevarán a cabo dos pruebas piloto. Una con el liderazgo de Gemalto a través de una solución de NFC, basado en la *SIM card* que comenzó en noviembre de 2007. Con ella se están llevando a cabo pagos en supermercados y descarga de cupones de descuento de *smart posters* en algunas tiendas como Far Eastern Geant. El otro piloto que comenzó en enero de 2008 y durará hasta mediados de 2008, fue una cooperación entre Chunghwa Telecom (CHT) y Taipei Smart Card Corporation, usando el teléfono móvil T80 de BenQ. Éste se empleó para pagar el sistema de transporte de Taipei, pequeños pagos en tiendas y descargas publicitarias de *smart posters*.
- **Singapur:** SingTel y Network for Electronic Transfers realizaron una prueba piloto a finales de 2007, con 1000 locales comerciales y alrededor de 200 usuarios. Las tiendas

dispusieron de *smart posters* desde los cuales se podían descargar cupones de descuento. La compañía competidora StarHub también realizó pruebas piloto entre 2007 y 2008, con la compañía EZ-Link, para permitir el acceso y el pago de tiquetes de buses y trenes y pago en restaurantes de comida rápida con teléfonos NFC.

- **Toronto, Canadá:** A partir de mediados de 2008 comenzará un proyecto piloto conjunto entre RBC (Royal Bank of Canadá) y Visa Canadá para hacer pruebas de pagos con la tecnología NFC. Este será el primer piloto en ese país y permitirá a los usuarios pagar con sus celulares en todos los puntos de pago que cuenten con los POS de Visa PayWave.

3. DISEÑO DEL SISTEMA

Esta sección describe el desarrollo y diseño del prototipo en términos técnicos y de arquitectura, enmarcados dentro de algunos estándares de la ingeniería de software. No obstante, es necesario precisar que para el desarrollo de este prototipo, no se siguieron todos los lineamientos, pues la complejidad del sistema no lo ameritaba, y tampoco eran el fin último de este proyecto de grado.

En ese sentido, el hecho de estar explorando una tecnología completamente nueva para el equipo, lo obligó a dedicar un mayor esfuerzo en aspectos técnicos e investigativos como tal. Por la novedad de la tecnología, no existía documentación en libros o tutoriales que sirvieran de referencia. La poca ayuda con la que se pudo contar provino de foros y páginas web de desarrolladores, así como también de contactos adquiridos en esos foros que estuvieron dispuestos a brindar ayuda cuando se requirió. Algunas otras fuentes, que sirvieron fundamentalmente para construir el marco teórico, provinieron de estudios y artículos de investigación.

Lo anterior no permitió concebir el proyecto como uno complejo de ingeniería de software, en el cual se tienen en cuenta aspectos como la calidad de software, los requisitos etc, sino que obligó primero a superar la barrera de la tecnología y apropiación de la misma. Esto terminó siendo el núcleo y enfoque de este proyecto de grado.

3.1 REQUISITOS

Los siguientes son los requisitos que se definieron para la aplicación prototipo desarrollada en este proyecto de grado:

3.1.1 REQUISITOS FUNCIONALES

- La aplicación OnSite debe permitir la lectura de dos diferentes tipos de *tags*: *usuario* y *lugar*. Para cualquier otro tipo de *tag* se debe mostrar mensaje de error.
- OnSite debe permitir enviar vía GPRS los datos leídos de los *tags* NFC que contienen información de *lugar* y *usuario* que realiza la lectura.
- En caso de que los datos no puedan ser enviados, OnSite debe permitir almacenar en el RMS la información concerniente al reporte no enviado.
- La aplicación móvil EscrituraOnSite debe permitir codificar texto en los *tags* NFC que serán utilizados por la aplicación móvil OnSite.

- La aplicación móvil OnSite debe estar en capacidad de auto-ejecutarse una vez detecte un *tag* NFC válido, codificado según una convención especial seguida por la aplicación EscrituraOnSite.
- La base de datos debe alojar la información de usuarios, locaciones, y reportes de presencia enviados desde el dispositivo móvil.
- La aplicación web OnSiteWeb debe estar en capacidad de recibir los datos provenientes del dispositivo móvil y almacenarlos en la base de datos.
- La aplicación web OnSiteWeb debe permitir la visualización de los reportes de presencia contenidos en la base de datos.

3.1.2 REQUISITOS NO FUNCIONALES

- La aplicación web debe permitir la visualización amigable de los reportes de presencia ya almacenados en la base de datos.
- La aplicación móvil OnSite debe alertar o notificar al usuario en caso de que ocurra una conexión exitosa o una conexión fallida.
- Para la aplicación móvil OnSite debe ser casi transparente la operación de conexión al servidor web. Esto quiere decir que la aplicación móvil únicamente necesita saber a qué tecnologías de script web (jsp, php, asp) se está dirigiendo.

3.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Definir la arquitectura en la que se apoya el desarrollo del sistema es uno de los primeros objetivos que se debe cumplir en un proyecto de este tipo, dado que así se puede definir un conjunto de patrones coherentes que funcionarán como marco de referencia para la construcción del software y así poder alcanzar los objetivos del sistema de una forma más organizada.

El sistema se desarrolla basado en uno de los modelos de arquitectura de software más conocido, el de “Cliente – Servidor”, que de acuerdo con las ventajas que este modelo ofrece, es el que mejor se adecúa a las necesidades de este sistema.

El modelo de arquitectura Cliente – Servidor permite manejar de forma más clara las funciones de cada uno de los componentes que actúan en este sistema. El sistema, en este caso, trabaja con un servidor web, que se encarga de administrar y almacenar los datos que son enviados, vía internet, por el dispositivo móvil. A continuación se muestra el modelo de la arquitectura del sistema:

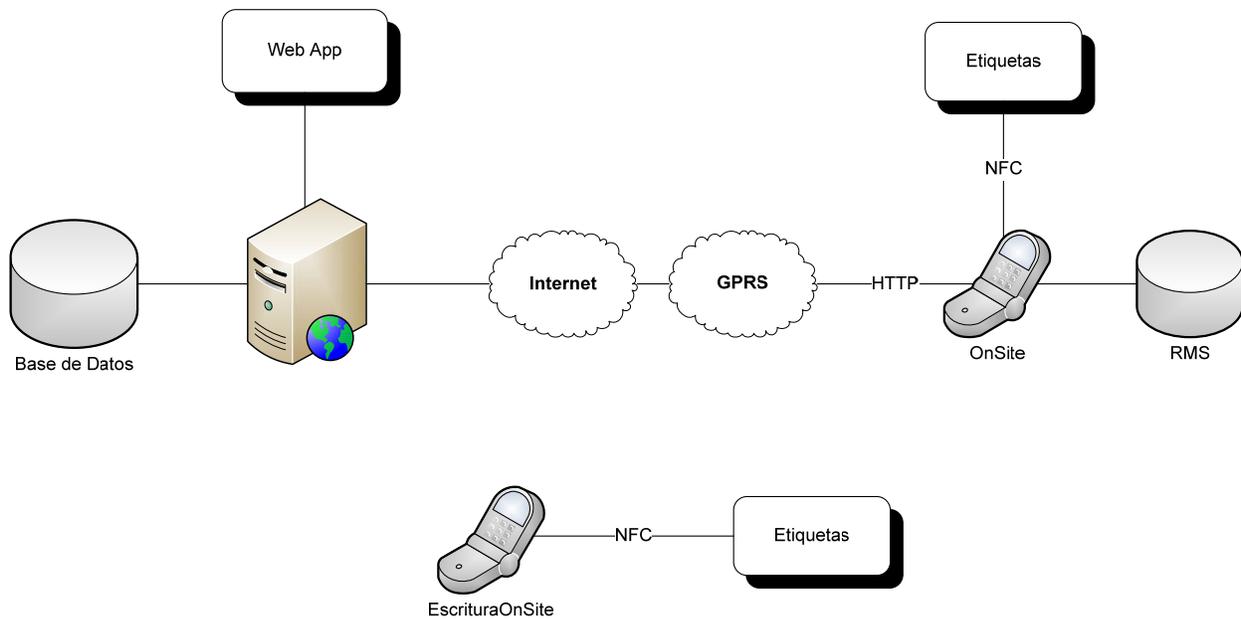


Figura 13: Arquitectura General

En este modelo se describe tanto la arquitectura de la aplicación principal, OnSite, como de EscrituraOnSite, la aplicación independiente que se utiliza para escritura las etiquetas. Cada arquitectura consta de una serie de componentes y protocolos que se disponen para el uso exitoso de cada aplicación. Se describe la integración de OnSite con la aplicación web OnSiteWeb, que se encarga de almacenar los datos enviados desde el teléfono móvil, y de generar las vistas de esos datos de una manera amigable a través de un navegador web como Internet Explorer.

A continuación se describirán cada uno de los componentes y protocolos que hacen parte de esta arquitectura, tanto los de la aplicación de escritura (EscrituraOnSite) como los de la aplicación principal (OnSite).

Para dejar las cosas un poco más claras, se debe pensar en EscrituraOnSite como una aplicación móvil que genera el insumo (*tags* codificados) para la aplicación móvil principal y nuclear de este proyecto, OnSite.

3.2.1 ARQUITECTURA APLICACIÓN ESCRITURAONSITE

Por medio de esta aplicación se pretende escribir el contenido de cada una de las etiquetas que serán utilizadas en el sistema, ya sea de *usuario* o *lugar*.

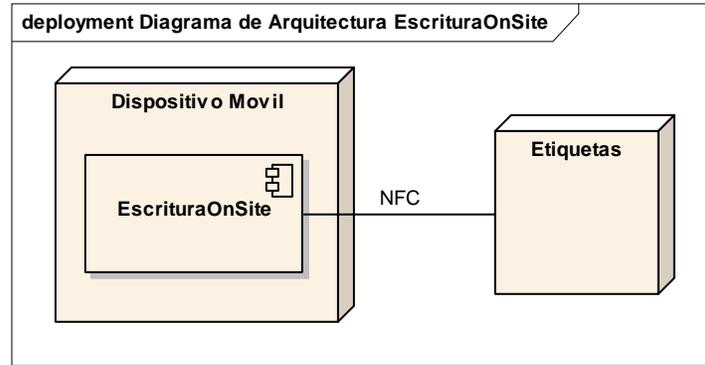


Figura 14: Arquitectura Escritura OnSite

NIVELES

Dispositivo Móvil: Teléfono móvil Nokia 6131 NFC con el cual se escribieron o codificaron las etiquetas.

Etiquetas: Se utilizaron las etiquetas MIFARE 1K que cumplan los estándares de codificación del NFC Forum.

COMPONENTES

EscrituraOnSite: Aplicación móvil desarrollada en J2ME con el perfil MIDP 2.0 y la configuración CLDC 1.1. Utiliza el API de la especificación JSR 257, que permite la comunicación con el hardware NFC del teléfono móvil. Su funcionalidad es estrictamente de escritura de etiquetas, ya sea con los datos de un *usuario* o de un *lugar*.

PROTOCOLOS

NFC: La escritura de etiquetas se lleva a cabo a través de los mecanismos de la tecnología NFC para la comunicación con *targets*. A nivel físico, la escritura (al igual que la lectura) se lleva a cabo a través de lo que se conoce como acoplamiento magnético inductivo.

3.2.2 ARQUITECTURA APLICACIÓN ONSITE

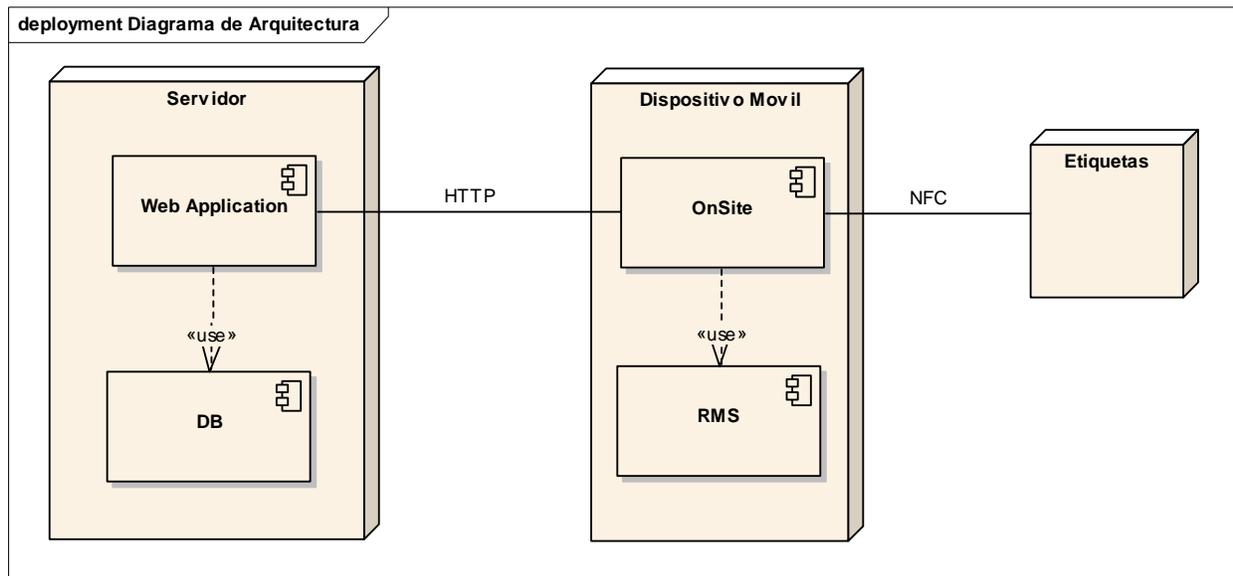


Figura 15: Arquitectura OnSite

NIVELES

Servidor: El computador servidor aloja tanto el servidor de aplicación Apache Tomcat, como el servidor de base de datos en MySQL 5.0.

Dispositivo Móvil: Teléfono móvil Nokia 6131 NFC con el cual se realizan las lecturas de *tags* de *lugar* y *escarapelas* de identificación del *usuario*.

Etiquetas: Se utilizaron las etiquetas MIFARE 1K que cumplieran los estándares de codificación del NFC Forum.

COMPONENTES

OnSite: Aplicación móvil desarrollada en J2ME con el perfil MIDP 2.0 y la configuración CLDC 1.1. Utiliza el API de la especificación JSR 257 que permite la comunicación con el hardware NFC del teléfono móvil.

Su funcionalidad consiste en la lectura y validación de las etiquetas NFC, tanto de *lugar* como de identificación de *usuario* y el posterior envío de dichos datos al servidor remoto.

RMS: Persistencia implementada por J2ME de manera transparente al hardware. La aplicación utiliza la persistencia para el almacenamiento de datos que no es posible enviar al servidor remoto cuando no hay conexión. Cada vez que se envían datos, se verifica si hay registros almacenados en el RMS y que deban ser enviados en ese nuevo intento de conexión.

OnSiteWeb: Aplicación web desarrollada en JSP y bajo el framework JSF 1.2. Esta aplicación web gestiona la recepción de datos enviados desde el dispositivo móvil, y despliega los reportes en un navegador web para el usuario administrador que desee visualizarlos.

Base de Datos: Alojada en el sistema de gestión de base de datos de MySQL, almacena todos los reportes enviados desde el dispositivo móvil y las diferentes locaciones, zonas, usuarios etc., que componen la aplicación.

PROTOCOLOS

NFC: La escritura de etiquetas se lleva a cabo a través de los mecanismos de la tecnología NFC para la comunicación con objetivos. A nivel físico, la escritura (al igual que la lectura) se lleva a cabo a través de lo que se conoce como acoplamiento magnético inductivo.

HTTP: Es el protocolo empleado para la comunicación entre el dispositivo móvil y la aplicación web.

3.2.3 ARQUITECTURA APLICACIÓN WEB ONSITWEB

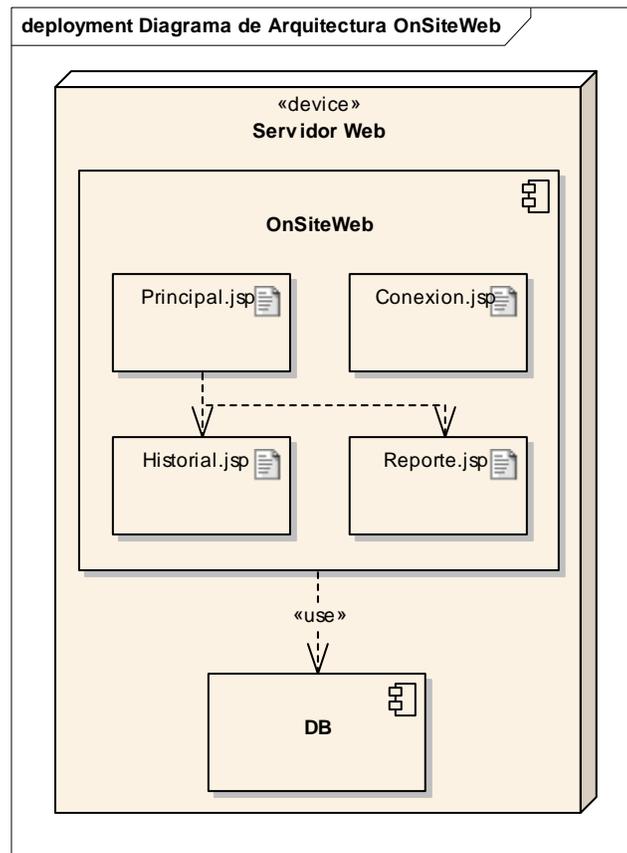


Figura 16: Arquitectura OnSiteWeb

NIVELES

Servidor: El computador servidor aloja tanto el servidor de aplicación Apache Tomcat, como el servidor de base de datos en MySQL 5.0.

COMPONENTES

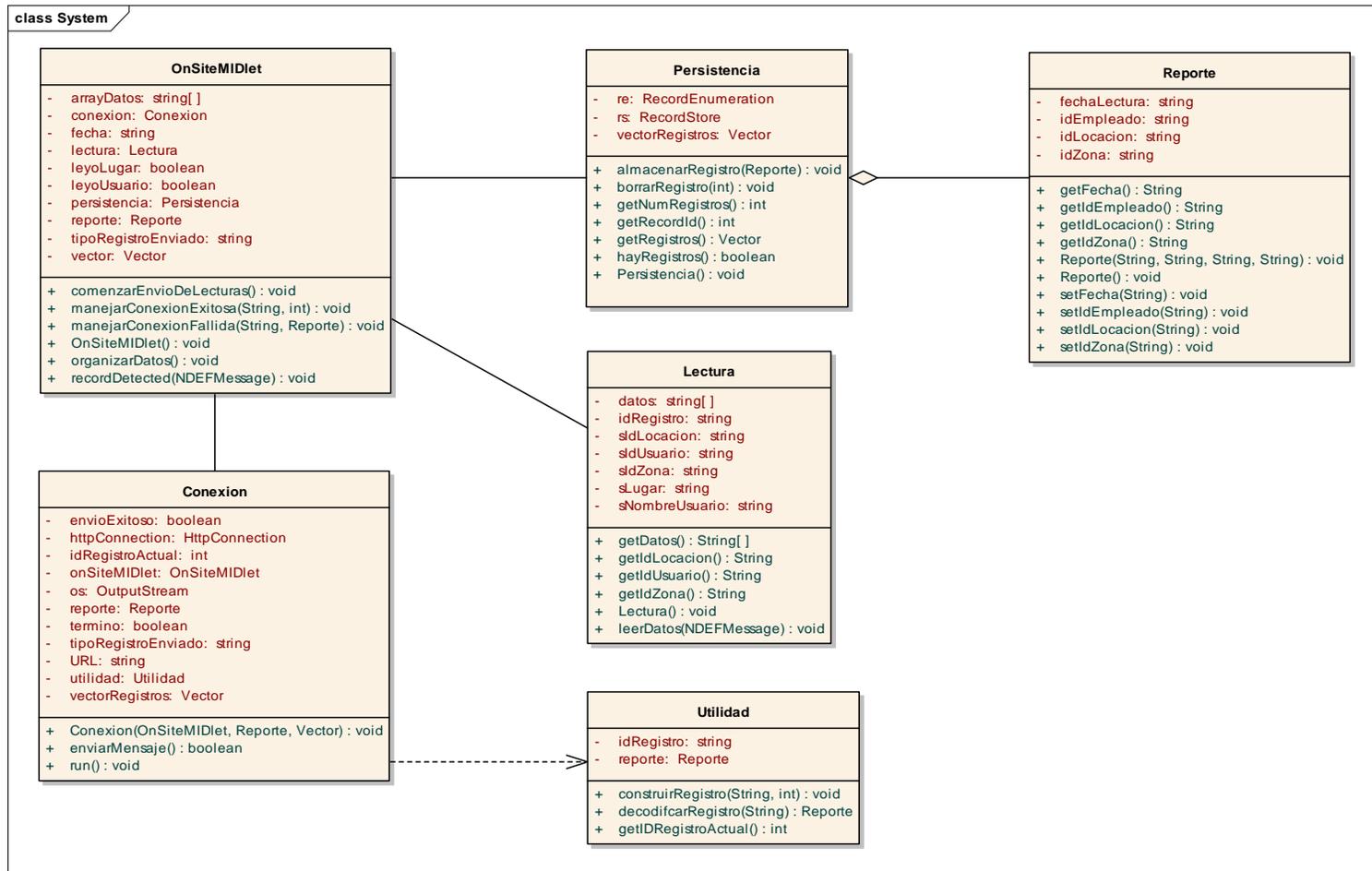
OnSiteWeb: Aplicación web desarrollada en JSP y bajo el framework JSF 1.2. Esta aplicación web gestiona la recepción de datos enviados desde el dispositivo móvil y despliega los reportes en un navegador web para el usuario administrador que desee visualizarlos.

Base de Datos: Alojada en el sistema de gestión de base de datos de MySQL, almacena todos los reportes enviados desde el dispositivo móvil y las diferentes locaciones, zonas, usuarios etc., que componen la aplicación.

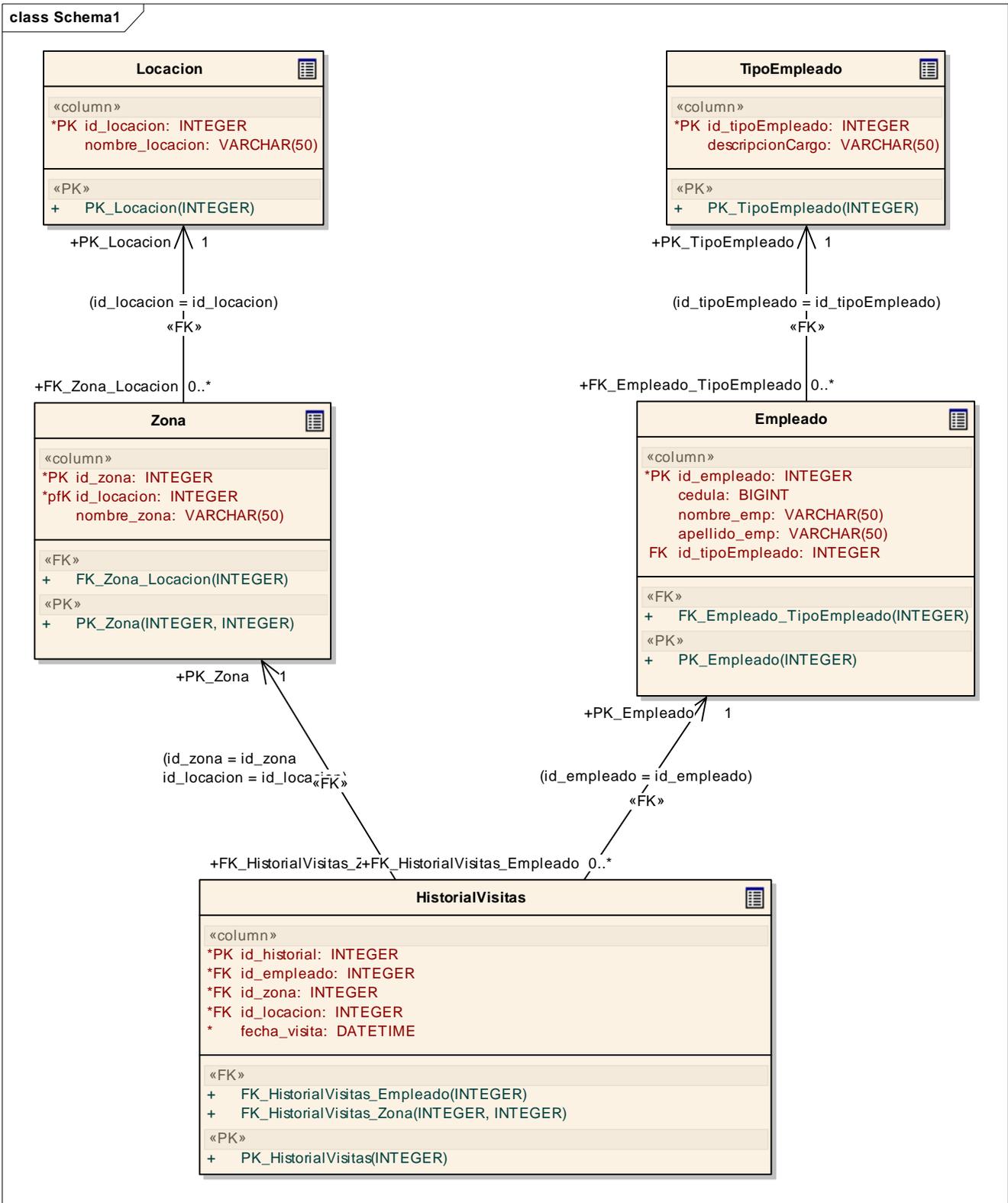
3.3 PROCESO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE – ONSITE

Para el desarrollo del sistema OnSite se diseñaron algunos de los diagramas e implementaron algunas de las técnicas designadas por la ingeniería de software para poder realizar el desarrollo de una forma óptima, clara y de mejor calidad.

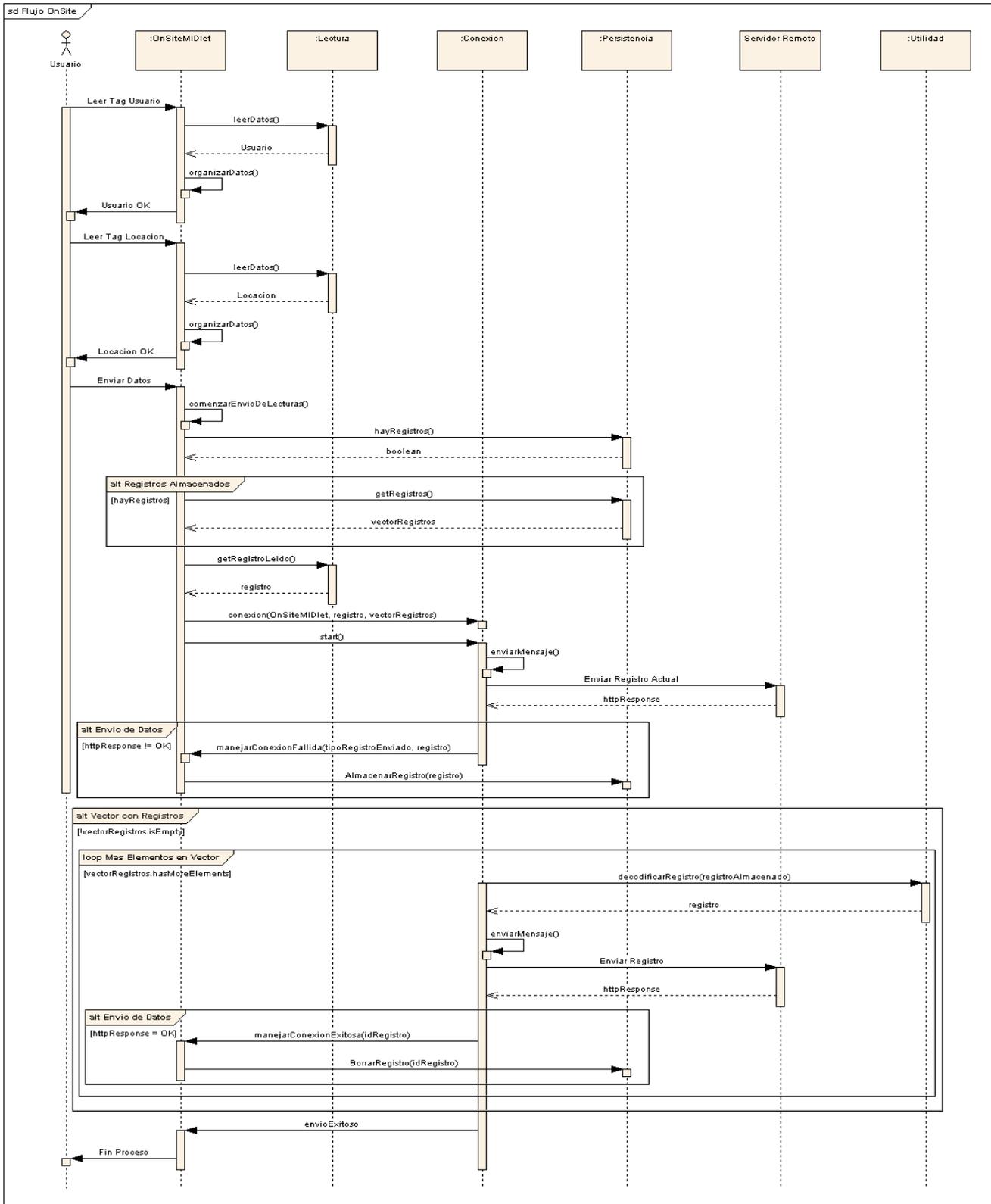
3.3.1 DIAGRAMA DE CLASES



3.3.2 MODELO DE DATOS



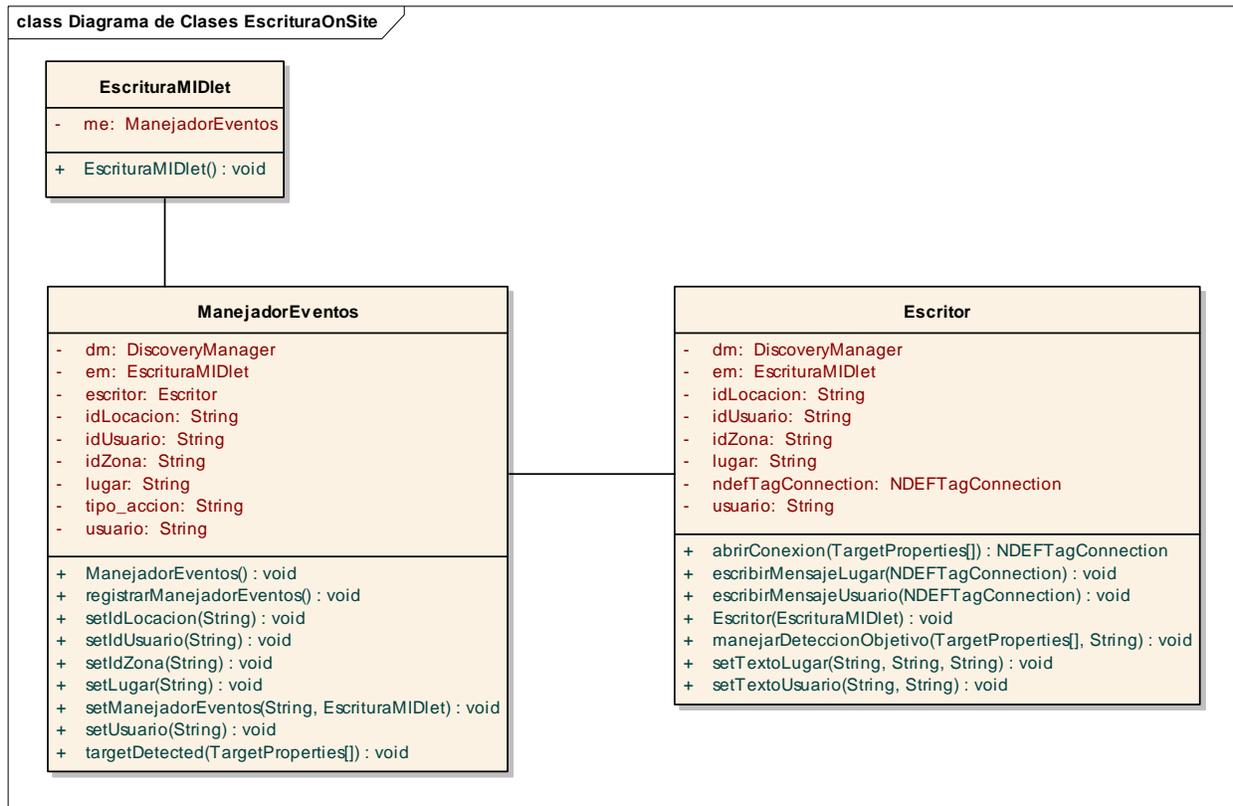
3.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO



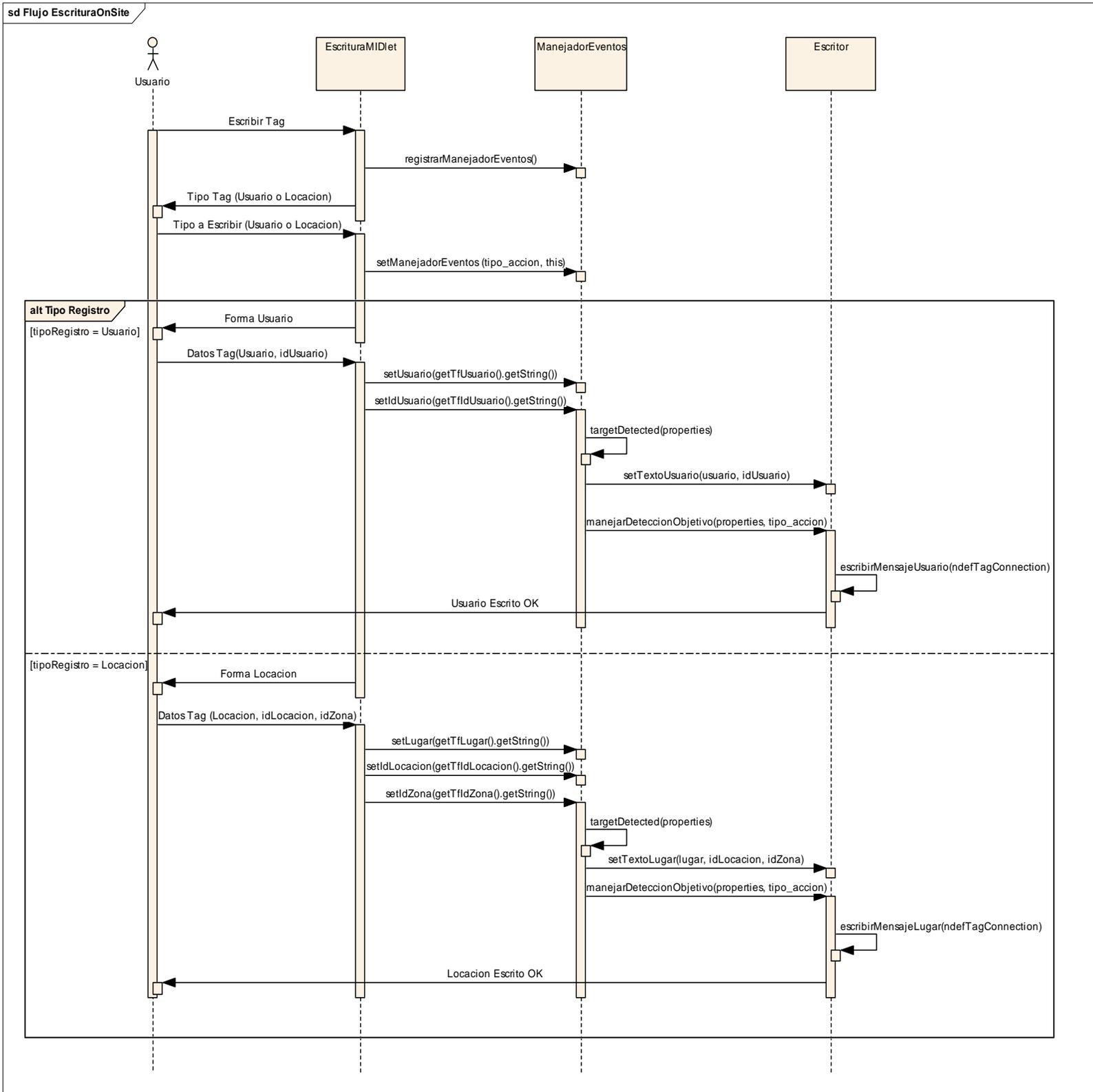
3.4 PROCESO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE – ESCRITURAONSITE

Para el desarrollo del sistema EscrituraOnSite, al igual que con OnSite, se diseñaron algunos de los diagramas e implementaron algunas de las técnicas designadas por la ingeniería de software, para poder realizar el desarrollo de una forma más clara y óptima. En el caso de este pequeño sistema, no existe almacenamiento de datos, por lo que no se realizó el diseño del modelo de datos.

3.4.1 DIAGRAMA DE CLASES



3.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO



3.5 PROCESO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE – ONSITEWEB

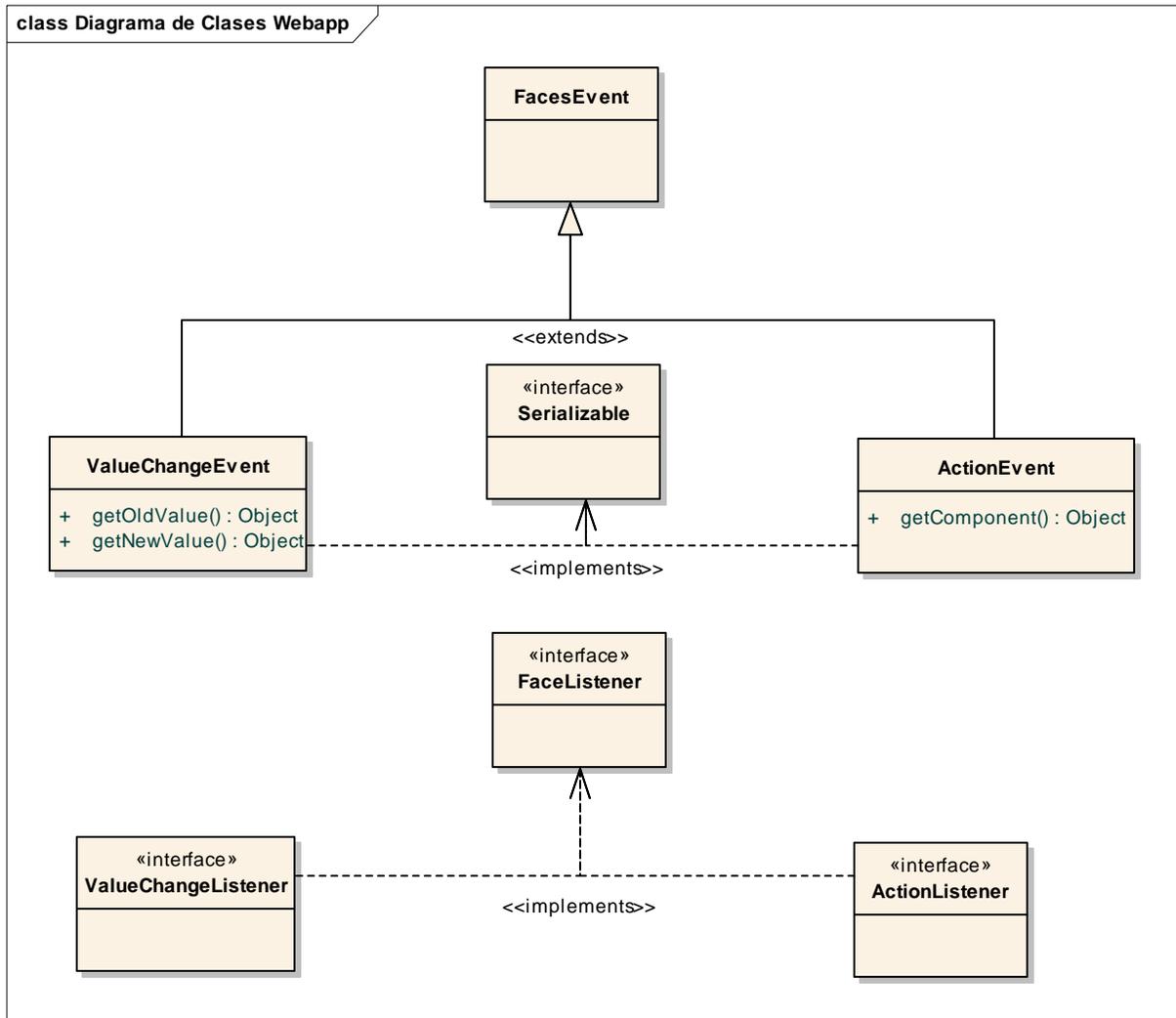
Para el desarrollo de la aplicación web OnSiteWeb se utilizó Java Server Faces, debido a que es un estándar sencillo que aporta los componentes básicos de las páginas web, además de permitir crear componentes más complejos (menús, pestañas, árboles, etc). JSF utiliza el patrón de arquitectura MVC (Arquitectura Modelo-Vista-Controlador).

Para entender bien el funcionamiento de la aplicación Web OnSiteWeb, se debe conocer el ciclo de vida para una petición de las Faces.

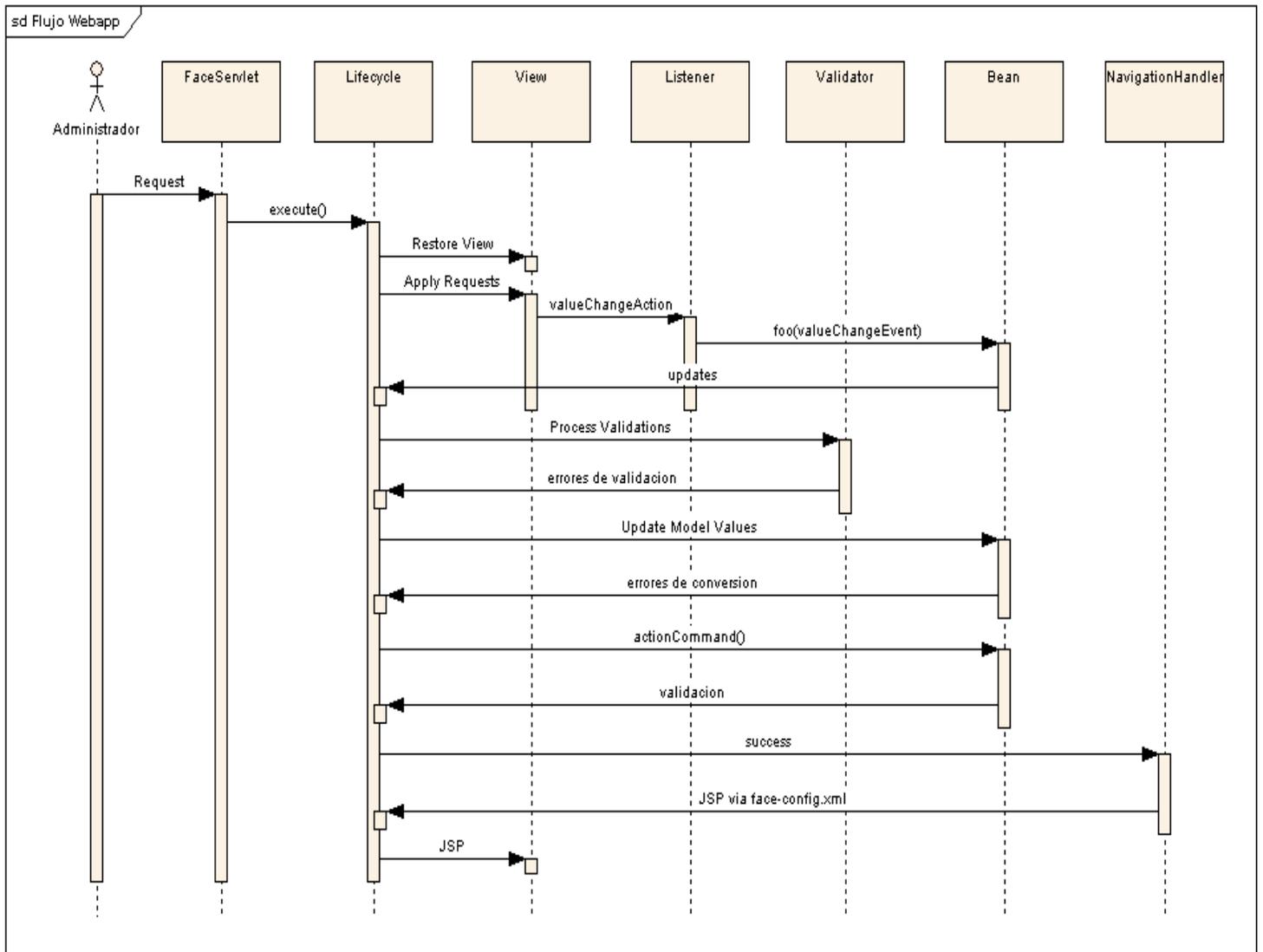
Las peticiones se dividen en 6 etapas:

- Restore View: FacesServlet recibe la petición que se va a ejecutar y delega su ejecución.
- Apply Request: Los componentes respectivos reciben los datos a ejecutar.
- Process Validations: Se ejecutan las reglas de validación para los datos ingresados.
- Update Model Values: Si hay algún mensaje de error se retorna una página de error.
- Invoke Application: Si no hay ningún tipo de error utiliza el faces-config.xml para retornar a la página que se desea mostrar.
- Render Response: Retorna la página correcta.

3.5.1 DIAGRAMA DE CLASES



3.5.2 DIAGRAMA DE FLUJO



3.6 TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

Una de las características principales del proyecto fue la diversidad de tecnologías empleadas para el desarrollo del prototipo.

A continuación se enumeran y describen las tecnologías, lenguajes de programación, API's y demás que fueron empleadas en este proyecto de grado:

3.6.1 J2ME + JSR 257

Fue el lenguaje de programación escogido por su relativa facilidad, la familiaridad de los estudiantes con ella, y porque para fines del trabajo con la tecnología NFC, era esta arquitectura, junto a la especificación JSR 257, la que debía emplearse para manipular teléfonos móviles con capacidades NFC.

Concretamente se utilizó CLDC 1.1 (*Connected Limited Device Configuration*), que define la base de interfaces de programación y una máquina virtual para dispositivos de recursos limitados, como el caso del teléfono móvil Nokia 6131 NFC empleado en este proyecto. Sobre esta configuración, se empleó el perfil MIDP 2.0 (*Mobile Information Device Profile*), que provee una plataforma de desarrollo de aplicaciones Java que corren en equipos con limitada memoria, capacidad de procesamiento y capacidad gráfica.

La especificación JSR 257, llamada también *Contactless Communication API*, fue desarrollada por varias compañías internacionales lideradas por Nokia. Entre ellas se encuentran manufactureras de teléfonos móviles, operadores móviles y empresas manufactureras de dispositivos electrónicos.

Este API consiste en una interfaz de programación que permite a las aplicaciones acceder a información en objetivos *contactless*, como etiquetas RFID y códigos de barras.

3.6.2 MYSQL

Se eligió este sistema de gestión de base de datos para este proyecto, pues la comunicación cliente (teléfono móvil) servidor (y la aplicación), se iba a llevar a cabo a través de una aplicación Web y MySQL es un reconocido sistema de gestión de bases de datos relacionales para este tipo de aplicaciones.

Además, MySQL se desarrolla como software libre bajo la GNU, General Public License, lo que se adaptaba a nuestras necesidades académicas.

Como motor de almacenamiento de datos se empleó InnoDB, por su soporte para claves primarias y escalabilidad, en caso de que el sistema se quiera implementar a mayor escala. Se

escogió esta alternativa sobre MyISAM, pues InnoDB soporta mayores niveles de transaccionalidad, y según la literatura, parece ser el motor que lentamente está reemplazando a MyISAM.

En la base de datos que se diseñó, se almacenan las locaciones, zonas, usuarios y reportes de presencia que son utilizados, tanto por la aplicación Web para desplegar la información, como por la aplicación móvil OnSite para escribir sobre ella los reportes de presencia.

3.6.3 APACHE TOMCAT

Se utilizó el servidor de aplicación Apache Tomcat 6.0.14. Este servidor o contenedor es desarrollado por Apache Software Foundation e implementa la especificación de servlets y JSP de Sun Microsystems. Al ser escrito en Java, puede correr en cualquier plataforma.

La versión empleada para el desarrollo del proyecto viene embebida en el IDE NetBeans 6.0, utilizado para el desarrollo de la aplicación Web.

3.6.4 JSP – JSF 1.2

La aplicación web fue desarrollada con la tecnología JSP 2.1 y el framework JavaServer Faces o JSF 1.2, usando el IDE NetBeans 6.0 que en la siguiente sección se mencionará.

JSP es una tecnología Java desarrollada por Sun Microsystems, que “permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo”⁸. Está orientada al desarrollo Web rápido y fácil de mantener de páginas dinámicas. Es independiente de la plataforma y permite a los diseñadores cambiar la apariencia general de las páginas sin tener que alterar el contenido dinámico subyacente.

Las JSP son similares a otros métodos o lenguajes tales como el PHP, o ASP (Active Server Pages), un método específico de Microsoft. Al igual que las ASP se integran a clases hechas en C++, VisualBasic o C#, las JSP se integran a clases de Java.

JSF es un framework basado en Java que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario. A diferencia de los frameworks para la web, también basados en el patrón MVC y orientados a la petición, JSF utiliza un acercamiento basado en los componentes. Esto quiere decir que el estado de los componentes de interfaz es guardado cuando el cliente hace un request a una nueva página, y luego se restablece cuando el request retorna.

⁸ (Wikipedia, 2008)

El principal objetivo de las JSF es la facilidad de uso. Este framework define claramente una separación entre la lógica de aplicación y la presentación, al mismo tiempo que hace fácil la conexión de estas dos capas.

3.7 IDE'S

Como ambientes de desarrollo para el proyecto se utilizaron Eclipse 3.3.1, para el desarrollo de los MIDlet, o aplicaciones móviles para el Nokia 6131 NFC, y NetBeans 6.0 para la construcción de la aplicación Web.

3.7.1 ECLIPSE + PLUGIN NOKIA NFC

Dado que el Nokia 6131 NFC SDK sólo se puede incorporar como plugin para Eclipse, se empleo éste IDE para el desarrollo del MIDlet.

Eclipse es en realidad un framework de código abierto escrito en Java que tiene entre muchas funcionalidades, la capacidad de ser utilizado como IDE de Java. Los usuarios pueden extender sus funcionalidades instalando plugins externos escritos para este framework, como el caso del SDK de NFC desarrollado por Nokia.

3.7.2 NETBEANS + FRAMEWORK VISUAL JAVA SERVER FACES

NetBeans es un IDE gratuito y de código abierto para desarrolladores de software. Provee las herramientas necesarias para crear aplicaciones de escritorio, empresariales, web y móviles en Java, C/C++ e incluso Ruby.

Se decidió utilizarlo para el desarrollo de la aplicación Web, pues brinda muchas herramientas de productividad e integración con frameworks de patrones de desarrollo como JSF. Además permite el desarrollo de interfaces web de una manera fácil e intuitiva, por medio de componentes que se arrastran a la plantilla de diseño de cada página.

4. PRUEBA PILOTO

El problema que se quería resolver era el de la certificación de presencia de personas en sitios y momentos de tiempo específicos. Concretamente, se pensó en que ésta era una situación particularmente interesante y relevante para las empresas de vigilancia y seguridad.

Así pues, el escenario que se quería emular era el de un rondero o vigilante que debía reportarse a una central cada vez que visitara ciertos lugares, para los cuales la empresa requería su presencia en tiempos específicos.

El prototipo consistió entonces en una aplicación móvil desarrollada en el lenguaje de programación J2ME, que hacía uso de la tecnología NFC y de *tags* codificados para cumplir este propósito. La aplicación se diseñó para leer dos tipos de *tags*, unos escritos con información del sitio (Ej: Portería1, Parqueadero1, etc.) y otros escritos con la identificación del usuario de dicha aplicación. Esto es, cada uno de dichos *tags* contenía información describiendo *lugar* o *usuario*.

Uno de los procesos más importantes para el sistema en general, era la escritura o codificación de los *tags* que se iban a emplear para la aplicación principal. Esta escritura de *tags* se llevó a cabo en una aplicación independiente, que permitía su codificación manual, y uno a uno. Es decir, no era una aplicación diseñada propiamente para escritura en serie de muchos *tags*, pero era suficiente para la escritura de unos pocos requeridos para hacer las pruebas y construir la aplicación. Es importante resaltar que esta escritura de *tags* es un procedimiento manual, en el cual se requiere, por parte del usuario, el conocimiento de los datos (locaciones, usuarios y sus ID's respectivos) alojados en la base de datos, con el fin de que las escrituras que haga con la aplicación EscrituraOnSite, correspondan a información ya almacenada en dicha base de datos. Esto con el fin de que los datos de la base de datos y de los *tags* codificados estén sincronizados.

En la parte del servidor, la aplicación web desarrollada en Java Server Faces, cumplía con dos funciones. La primera era recibir los datos provenientes del dispositivo móvil y la segunda era mostrar el historial de esos reportes, enviados a la base de datos a través de una página web sencilla.

La gestión o administración de los datos de la aplicación se lleva a cabo de manera directa en la base de datos, en MySQL, con la ayuda la aplicación MySQL Query Browser. Todos los datos requeridos para conformar un reporte de presencia (usuario, locación, zona, tipo) son ingresados a la base de datos de esta forma.

La aplicación servidor fue diseñada e implementada en computadores portátiles con procesador Intel Pentium M 1.6 GHz e Intel Core 2 Duo 1.83GHz, con memorias RAM de 1Gb.

Estas características de hardware fueron suficientes para emular el comportamiento de un servidor web y que la aplicación web corriera de forma satisfactoria.

4.1 EJECUCIÓN DE LA PRUEBA

En diciembre de 2007 se tuvo la primera versión funcional de nuestra aplicación móvil OnSite. Las aplicaciones web OnSiteWeb y móvil EscrituraOnSite no habían sido construidas para ese momento. Esta primera versión no implementaba muchas de las funcionalidades con las que cuenta la versión final de este proyecto de grado, pero si constituían la totalidad de lo contemplado dentro del anteproyecto.

A finales de febrero de 2008 se había completado el prototipo y se habían implementado mejoras y aspectos no considerados inicialmente. Estos arreglos y mejoras, se pensó podían hacer del prototipo una aplicación mucho más robusta.

Para la ejecución de la prueba piloto se implementaron los *tags* en forma de *contactless cards*, modelo Trikker BC-1k, adquiridos a la compañía finlandesa Toptunniste. Estas tarjetas son similares al tipo de tarjeta o carné utilizado por la Universidad EAFIT.

En la casa de uno de los integrantes del equipo se dejaba corriendo y funcionando la aplicación servidor, esperando el envío de datos por parte del dispositivo móvil. La ejecución se llevó a cabo en el laboratorio de telemática y en salas de estudio de la biblioteca de la universidad EAFIT (ver Figura 16). Una tarjeta se ubicaba en algún sitio, como un escritorio o pared, y otra tarjeta, con identificación de usuario, era portada por alguno de los estudiantes. Uno ellos, tocaba con el celular su tarjeta de identificación y hacía que la aplicación se ejecutara automáticamente (ver Figura 17). Posteriormente tocaba la tarjeta ubicada en la pared (simulando el *tag* de *lugar*) y se procedía a hacer el envío de datos al servidor (ver Figura 18).



Figura 17: Sitio de ejecución de la prueba. Biblioteca EAFIT



Figura 18: Identificación de *usuario*

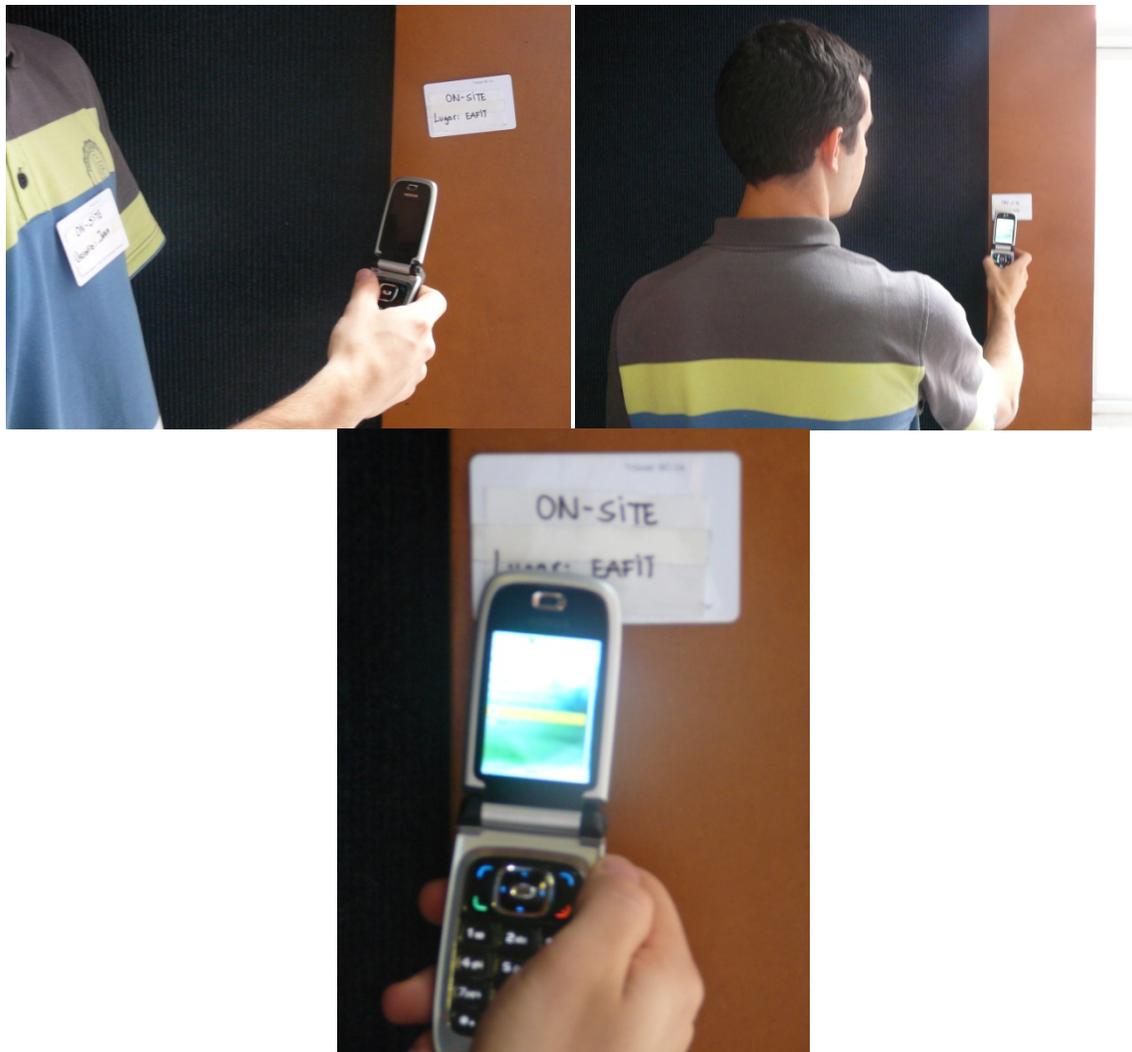


Figura 19: Identificación de *lugar*

Inmediatamente se enviaban los datos y se verificaba vía web si realmente estos datos habían sido exitosamente almacenados en la base de datos del servidor (ver Figura 19).

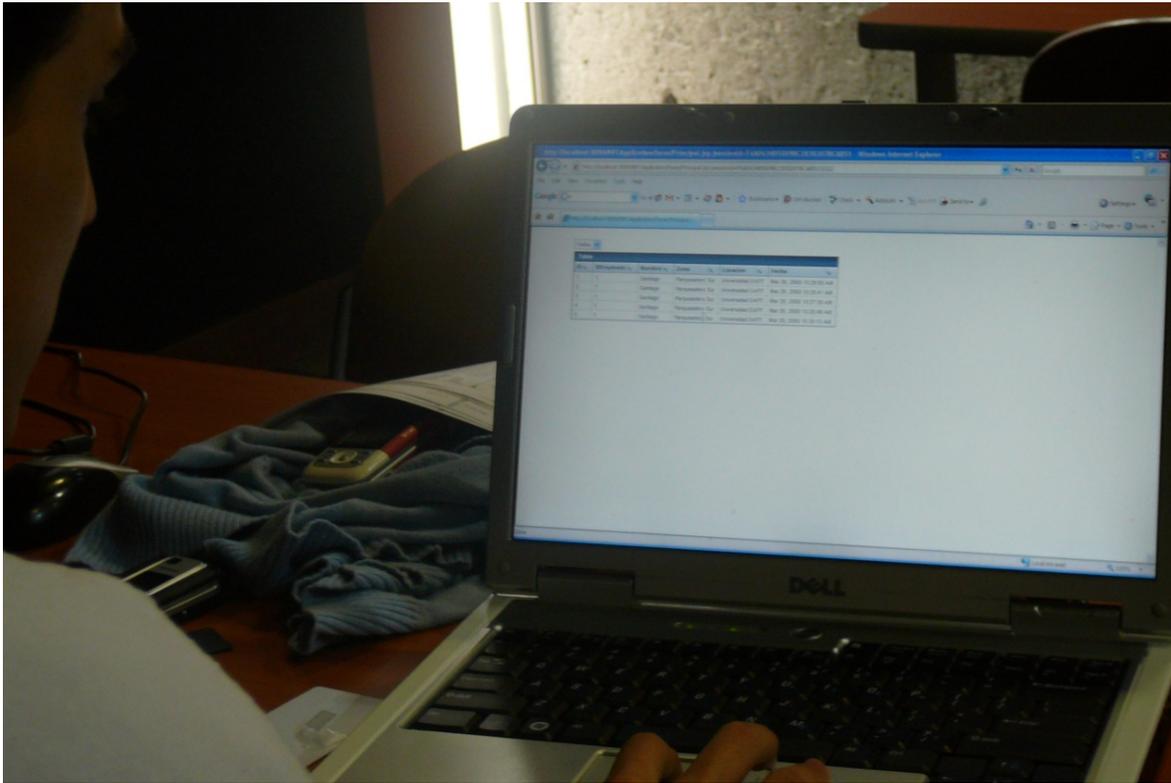


Figura 20: Visualización de reportes de presencia

4.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA

Se considera que sí se cumplieron todos los objetivos propuestos en el proyecto. Desde la captura de datos con la interfaz NFC, hasta el envío de los mismos vía GPRS. El único inconveniente que se encontró fue en los momentos que por falta de señal o por error de conexión no se podían enviar los datos exitosamente. Este fue un inconveniente no tenido en cuenta al principio del proyecto, sin embargo se logró mitigar de diversas formas. Cuando ocurría este error, se hizo que la aplicación continuara de manera normal y no se bloqueara. Además, los datos que no era posible enviar, se almacenaban en la persistencia del teléfono móvil (RMS) para luego enviarlos en el próximo intento de conexión.

Un asunto que se encontró importante de la prueba fue el de la veracidad de las horas en que se envían los reportes desde el celular al servidor. Este proyecto de grado busca dar una solución a la necesidad de control y verificación de presencia de personal de campo en tiempo real. Esto quiere decir que la hora que se obtiene del teléfono móvil es crucial para que la aplicación cumpla con su objetivo principal. Si la hora del teléfono móvil es modificada y no

corresponde a la real en un momento específico, los reportes no van a corresponder a la realidad.

En las pruebas se verificó que esta era una situación que efectivamente podía suceder. En ese caso el usuario podía intencionalmente modificar la hora y fecha en el celular, lo que generaba que la hora y la fecha en que los datos eran capturados y enviados por la aplicación móvil no fueran los verdaderos.

4.3 MEJORAS A LA PRUEBA

Todavía queda por resolver por completo el asunto de carencia de conexión. En este caso, como se dijo anteriormente, a veces es posible mitigarlo, almacenando los datos en el celular y enviándolos posteriormente.

El problema con la veracidad de las horas de los reportes, se pensó se podría mitigar a través de un indicador, que marque cada uno de los registros o reportes, señalando si cada una de esas lecturas ha sido enviada al servidor al momento de hacer la lectura, o si ha sido almacenada para enviarse posteriormente (si al momento original de la lectura, hubo error de conexión). De esta manera, y teniendo además la hora y fecha en que los datos llegaron al servidor, se podría realizar una comparación y confrontar la hora en que supuestamente se realiza el envío del reporte, y la hora en que llega al servidor. Si el registro enviado no tiene la marca o indicador, quiere decir que este registro fue enviado exitosamente y en línea. Con esto debería suceder lo siguiente: Si la hora no hay sido modificada en el celular (“engaño” del usuario), estas dos horas y fechas (móvil y servidor) deberían tener un margen de diferencia entre ellas mínimo, tal vez de tan solo unos 20-30 segundos. De lo contrario, si la diferencia de ellas es importante, es posible que se trate de un engaño, si es que el reporte enviado no tiene la marca, indicando que se envió en línea (si es así, las horas deberían ser muy coincidentes). Por el contrario, si el registro o reporte enviado tiene la marca, las horas entre servidor y del celular podrían no coincidir, sin que esto se tratase de un fraude.

Por otro lado, la aplicación web está todavía en un estado muy básico, pues como se ha dicho anteriormente, éste no era el objetivo fundamental del proyecto de grado. Una mejora sustancial podría consistir en robustecer la aplicación web como tal, los reportes que con ella se pueden visualizar, etc. También podrían implementarse esquemas de seguridad, roles (administrador, usuario, etc.) dentro de esta misma aplicación web, y por supuesto hacer las modificaciones necesarias en el modelo de datos para que se soportaran estas nuevas funcionalidades.

Otra mejora posible al proyecto y una de las más importantes, consistiría en construir una aplicación totalmente diferente para la codificación de *tags*. Es decir, abolir por completo la aplicación móvil EscrituraOnSite que codifica *tags* manualmente y a través del teléfono celular. Lo más conveniente, y con la intención de agilizar mucho más este proceso, sería construir un módulo de la aplicación web desde el cual se pudiera realizar la codificación de *tags* con un *reader* externo. Esto posibilitaría un proceso mucho más simple, transparente y rápido para el usuario. Con esto, se hace referencia a que el usuario no tendría que ingresar ningún tipo de ID para codificar un *tag*, sino que estos serían automáticamente ingresados por el sistema, cuando el usuario administrador eligiera el *usuario* o *lugar* que desea codificar.

5. MANUAL DE USUARIO

La presente sección presenta las instrucciones básicas para la instalación y ejecución de las aplicaciones desarrolladas en este proyecto de grado.

5.1 BASE DE DATOS

La base de datos es donde se almacena la información relevante a la aplicación que reside en el servidor. Además almacena los reportes que se envían desde la aplicación móvil OnSite.

5.1.1 FUNCIONALIDAD

La base de datos está construida en MySQL. La estructura de la base de datos relacional y las relaciones entre tablas y sus llaves primarias y foráneas ya están creadas. Lo único que requiere el usuario de la base de datos es saber cómo ingresar nuevos datos. A continuación se describe el proceso para hacerlo a través de, preferiblemente, la herramienta gratuita MySQL Query Browser.

5.1.2 EJECUCIÓN

En este apartado se describirá el proceso para ingresar nuevos datos:

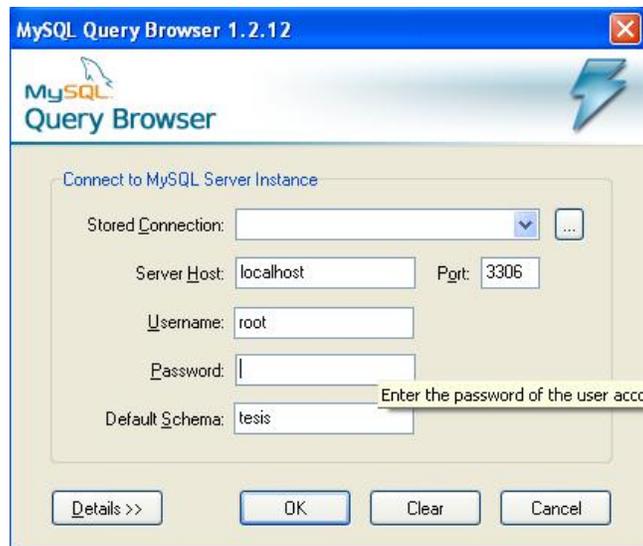


Figura 21: Inicio de MySQL Query Browser

- 1) Abrir la aplicación MySQL Query Browser.
- 2) Ingresar en el campo *Username* la palabra "root" sin las comillas (ver Figura 20).
- 3) Ingresar en el campo *Password* la palabra "admin" sin las comillas (ver Figura 20).

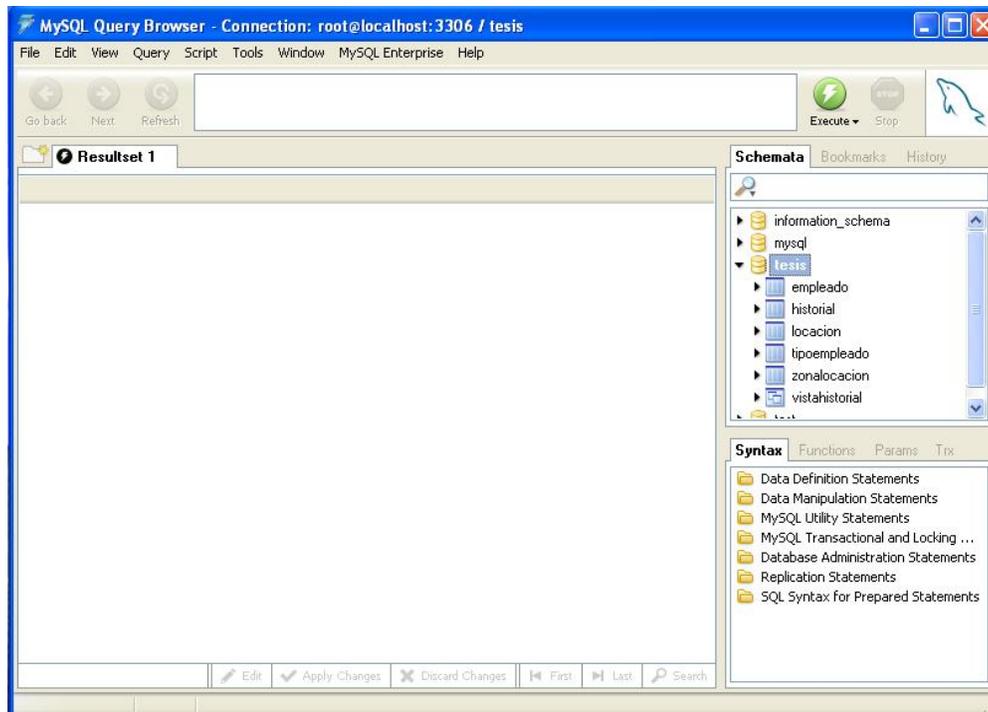


Figura 22: MySQL Query Browser

- 4) Escribir en el cuadro de texto superior el query o consulta para ingresar nuevos datos a alguna de las tablas (ver Figura 21). Ejemplos:
- `INSERT INTO `empleado` (`id`,`Nombre`,`Apellidos`,`Cedula`,`TipoEmpleado`) VALUES (1,'Juan Carlos','Ramirez',8025987,1);`
 - `INSERT INTO `locacion` (`id`,`Locacion`) VALUES (1,'Universidad EAFIT');`
 - `INSERT INTO `zonalocacion` (`id`,`idLocacion`,`Zona`) VALUES (1,1,'Parqueadero Sur');`

Una vez hecho esto, hacer click en el botón verde de la esquina superior derecha de la ventana “Execute”, para que los datos se ingresen a la base de datos.

Notas:

- Es necesario notar y tener en cuenta las relaciones entre las tablas, con el fin de saber que, por ejemplo, se requiere primero ingresar una *locación* antes de ingresar una *zonalocacion*.
- La tabla *historial* y la *vistahistorial*, son tablas que no se llenan manualmente por el administrador del sistema, sino que son llenadas con datos a través de la aplicación móvil OnSite, que se conecta con la aplicación web OnSiteWeb.

5.2 APLICACIÓN ESCRITURAONSITE

5.2.1 FUNCIONALIDAD

EscrituraOnSite es una aplicación móvil diseñada para correr en dispositivos móviles con capacidades NFC que soporten la especificación JSR 257 de J2ME. Para este proyecto se empleó el modelo Nokia 6131 NFC. Esta aplicación codifica *tags* que son empleados por la aplicación móvil OnSite. Codifica dos tipos de *tags*:

- 1) *Tags de usuario*: Sirven a la aplicación OnSite para identificar el usuario. Ejemplo: Santiago Morales.
- 2) *Tags de lugar*: Sirven a la aplicación OnSite para identificar sitios específicos. Ejemplo: Parquadero sur – EAFIT.

5.2.2 INSTALACIÓN

EscrituraOnSite es un MIDlet que como tal puede ser instalado usando la aplicación Nokia PC Suite que viene con el Nokia 6131 NFC.



Figura 23: Nokia PC Suite

Los siguientes son los pasos para instalar la aplicación:

- 1) Conectar con el Nokia 6131 NFC al computador usando el cable USB apropiado o por medio de Bluetooth.
- 2) Ejecutar el Nokia PC Suite.
- 3) Hacer click en el ícono dentro del recuadro rojo de la Figura 22.

- 4) Buscar en el sistema de archivos del computador el archivo con extensión .JAR, llamado EscrituraOnSite en el lado izquierdo de la Figura 23.
- 5) Seleccionarlo y hacer click en ícono con la flecha que se muestra en el recuadro rojo de la Figura 23.

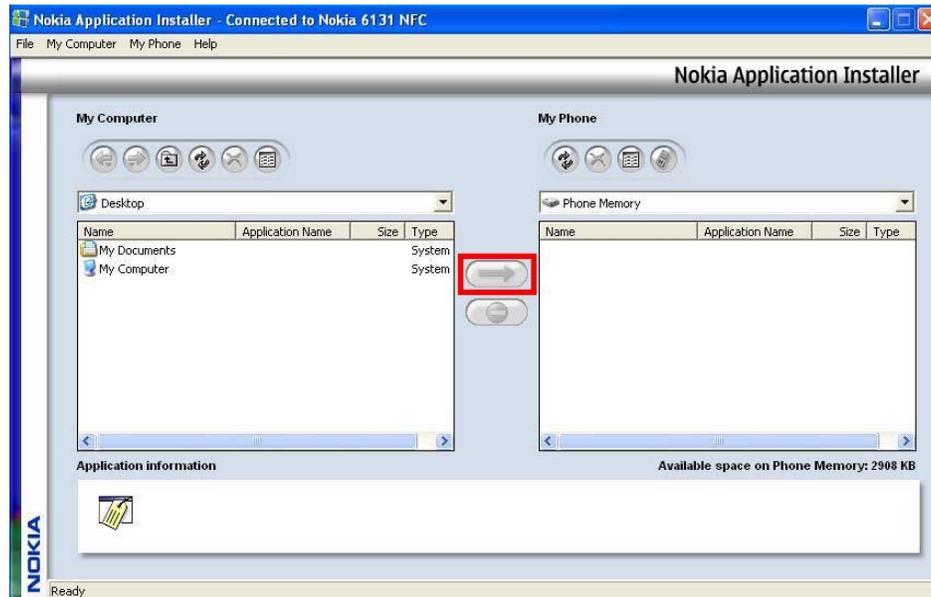


Figura 24: Nokia Application Installer

5.2.3 EJECUCIÓN

Los siguientes son los pasos a seguir para ejecutar y llevar a cabo la codificación de un *tag* con la información de un *usuario* o *lugar*. Las siguientes indicaciones muestran cómo hacerlo para el caso de un *tag* de *usuario*.

- 1) Ir al menú del celular con el ícono y nombre de “Apps” y seleccionarlo.



Figura 25: Menú Principal del Nokia 6131 NFC

2) Seleccionar la aplicación “EscrituraOnSite”.



Figura 26: Menú de aplicaciones

3) Una vez abierta, seleccionar el botón “Usuario” (ver Figura 26)

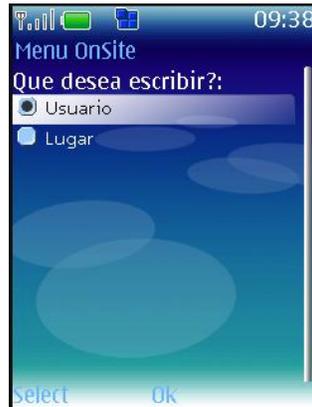


Figura 27: Menú Principal EscrituraOnSite

4) En cada uno de los campos de texto ingresar la información requerida. Recordar que el nombre y el ID de usuario deben corresponder a datos realmente almacenados en la base de datos empleada por la aplicación web OnSiteWeb.

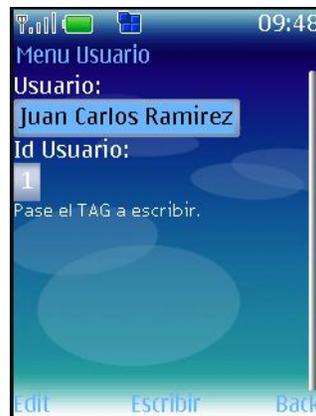


Figura 28: Menú Usuario EscrituraOnSite

- 5) Siguiendo las instrucciones de la pantalla, acercar el *tag* al celular para que éste sea escrito/codificado. Un letrero, indicando lo que se acaba de escribir exitosamente, aparecerá en la pantalla.

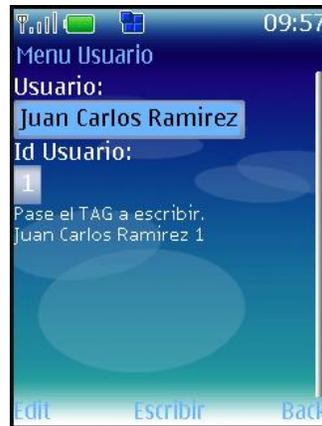


Figura 29: Escritura *Usuario* correcta

Nota: En caso de que se desee codificar un *tag* de *lugar*, se debe recordar que en este caso existen 3 componentes: Lugar (unión entre locación y zona), Id Zona y Id Locación. Lugar es de más alto nivel y representa, por ejemplo, una locación que contiene varias Zonas. “EAFIT”, por ejemplo, es una locación que puede contener como Zona “Parqueadero Sur” y “Cafetería”. También es necesario recordar que esta información y los Id’s deben corresponder a datos realmente almacenados en la base de datos empleada por la aplicación web OnSiteWeb. Ver Figura 29.



Figura 30: Menú *Lugar* EscrituraOnSite

5.3 APLICACIÓN ONSITE

5.3.1 FUNCIONALIDAD

OnSite es una aplicación móvil diseñada para correr en dispositivos móviles con capacidades NFC que soporten la especificación JSR 257 de J2ME. Para este proyecto se empleó el modelo Nokia 6131 NFC. Esta aplicación realiza todo el proceso principal del sistema, ya que es donde se efectúa la identificación, tanto de los usuarios como de los lugares y posteriormente el envío de datos al servidor. Está en capacidad de hacer lo siguiente:

- Ejecutarse automáticamente al detectar un *tag* codificado apropiadamente por la aplicación EscrituraOnSite.
- Hacer las lecturas de estos tipos de *tags* y enviar su información vía GPRS al servidor.
- Almacenar las lecturas o reportes que no hayan podido ser enviados, en caso de error de conexión a la red celular para enviarlos en el próximo intento de conexión.

5.3.2 INSTALACIÓN

EOnSite es un MIDlet que como tal puede ser instalado usando la aplicación Nokia PC Suite que viene con el Nokia 6131 NFC.



Figura 31: Nokia PC Suite

Los siguientes son los pasos para instalar la aplicación:

- 1) Conectar con el Nokia 6131 NFC al computador usando el cable USB apropiado o por medio de Bluetooth.

- 2) Ejecutar el Nokia PC Suite.
- 3) Hacer click en el ícono dentro del recuadro rojo de la Figura 30.
- 4) Buscar en el sistema de archivos del computador el archivo con extensión .JAR, llamado OnSite en el lado izquierdo de la Figura 31.
- 5) Seleccionarlo y hacer click en ícono con la flecha que se muestra en el recuadro rojo de la Figura 31.

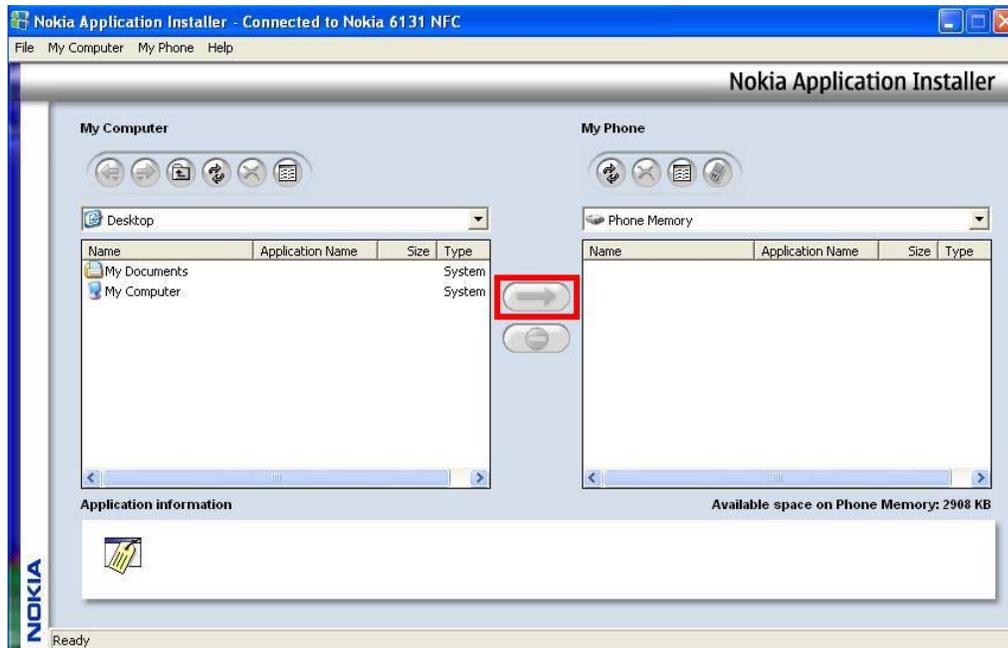


Figura 32: Nokia Application Installer

5.3.3 EJECUCIÓN

Los siguientes son los pasos a seguir para ejecutar la aplicación OnSite.

- 1) Acercar el *tag* de *usuario* al celular. Esto debería ejecutar automáticamente la aplicación en el teléfono móvil.

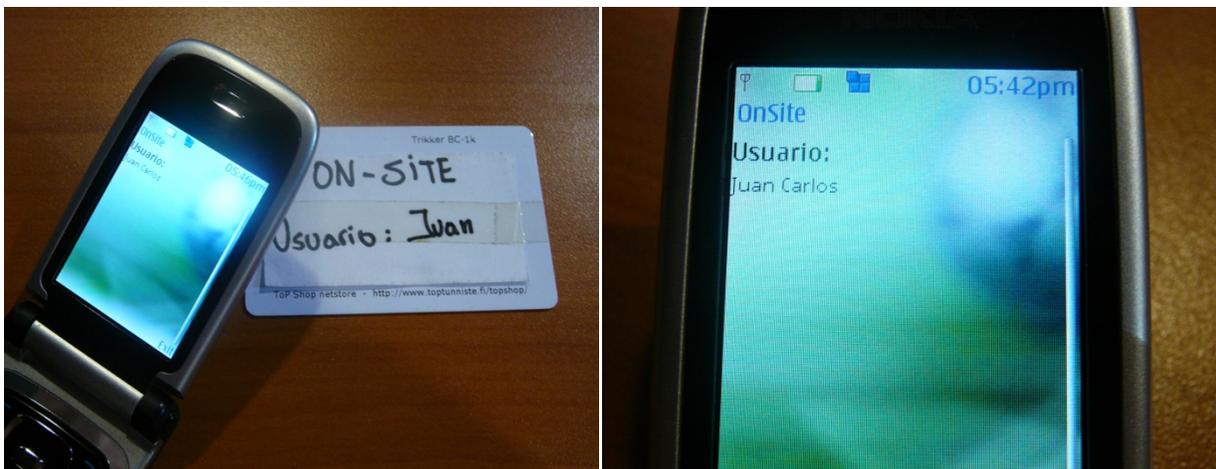


Figura 33: Identificación de *usuario*

- 2) Acercar el *tag* de *lugar* al celular. Esto debería hacer vibrar el celular, mostrar el *lugar* en la pantalla, y un diálogo que pide autorización al usuario de enviar los datos al servidor.



Figura 34: Identificación de *lugar*

- 3) Una vez se haya aceptado la conexión, aparecerá un mensaje indicando si el envío de datos ha sido exitoso o no. En caso que no, se mostrará un mensaje indicando que los datos serán almacenados para enviarse en el próximo intento.

5.4 APLICACIÓN ONSITEWEB

5.4.1 FUNCIONALIDAD

OnSiteWeb es una aplicación web que permite visualizar los reportes de presencia almacenados en la base de datos alojada en el servidor.

5.4.2 INSTALACIÓN

Para la instalación de la aplicación web solo se requiere copiar y pegar un archivo en una carpeta como se indica a continuación:

- 1) Copiar el archivo NFCApplication.war que se encuentra en el CD que contiene los archivos fuentes de este proyecto de grado.
- 2) Pegar ese archivo dentro de la ruta de instalación del Apache Tomcat en la carpeta webapps, ejemplo: C:\Program Files\Apache Software Foundation\Apache Tomcat 6.0.14\webapps.

Una vez hecho esto, ya es posible proceder a ejecutar OnSiteWeb como se describe en la siguiente sección.

5.4.3 EJECUCIÓN

Por tratarse de una aplicación montada sobre la web, la aplicación OnSiteWeb puede ser ejecutada tanto desde el computador “servidor” como desde cualquier otro equipo. Para ejecutar la aplicación se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Ir a la carpeta bin de la ruta de instalación del Apache Tomcat, e inicializar el Tomcat, haciendo doble click en el archivo “startup”, ejemplo C:\Program Files\Apache Software Foundation\Apache Tomcat 6.0.14\bin\startup.bat.
- 2) Abrir una instancia de un navegador web, preferiblemente Internet Explorer.
- 3) En caso que se ejecute desde el equipo servidor, digitar en la barra de direcciones: <http://localhost:8080/NFCApplication>. Si se está accediendo desde cualquier otro dispositivo, digitar en la barra de direcciones: <http://200.116.131.94/NFCApplication>.
- 4) La pantalla principal que encontrará se muestra en siguiente figura:

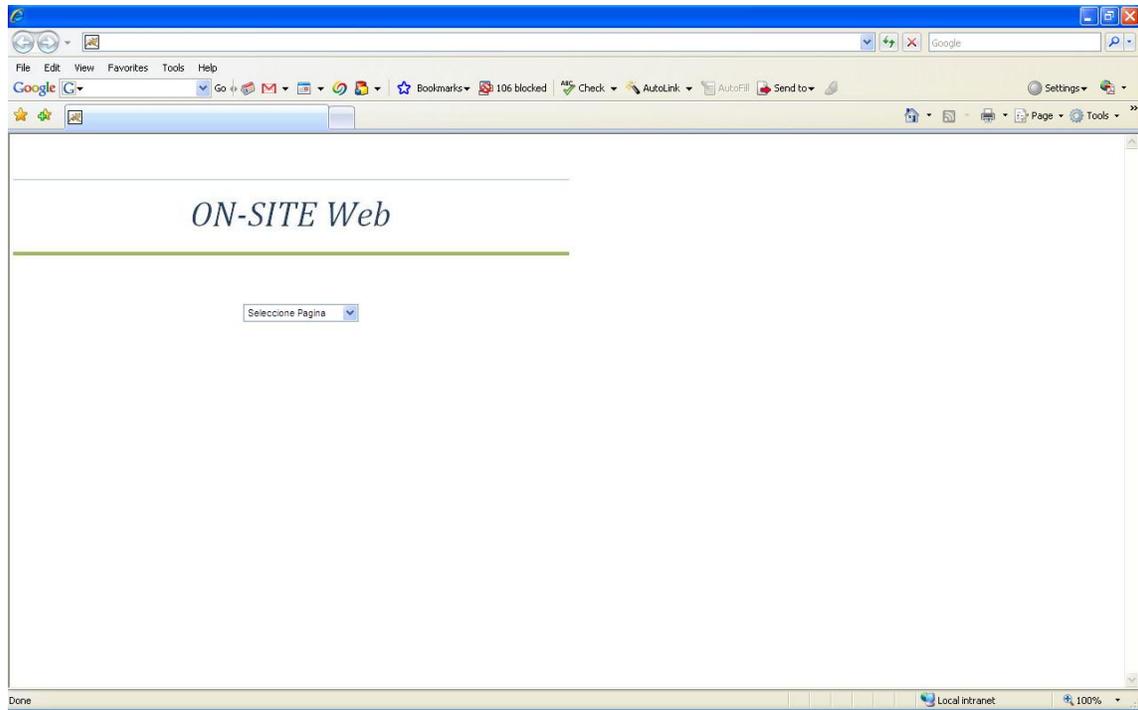


Figura 35: OnSiteWeb

5) Allí encontrará un menú desplegable que ofrece dos opciones:

- a. Visualización de reportes generales: Aquí se encuentran todos los reportes de presencia almacenados en la base de datos.

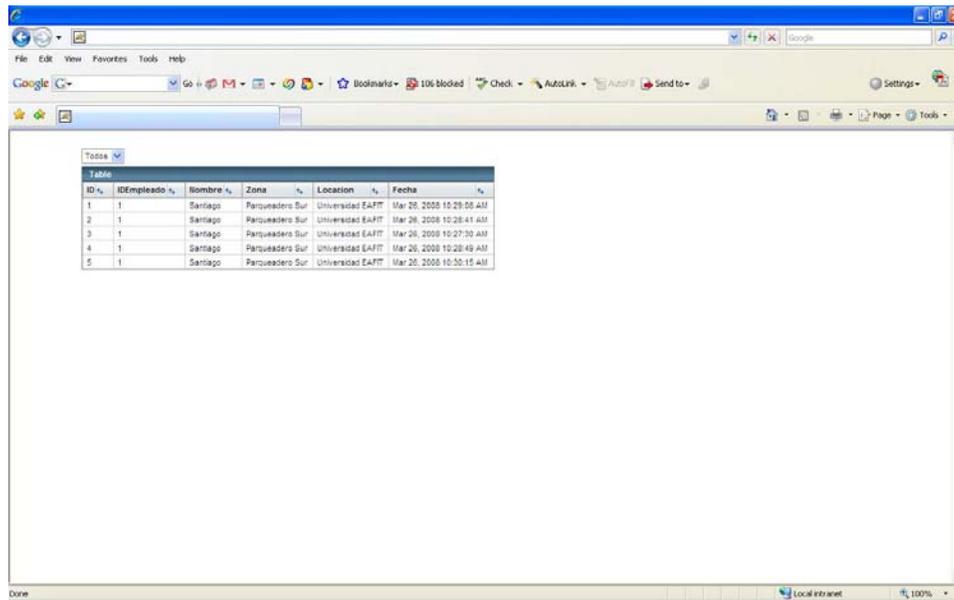


Figura 36: Página con el historial de reportes

- b. Visualización de reportes por usuario: Esta página despliega reportes por código de usuario, es decir, se escoge el usuario cuyos reportes se desean visualizar y la tabla inmediatamente hace el query indicado para mostrarlos en pantalla.

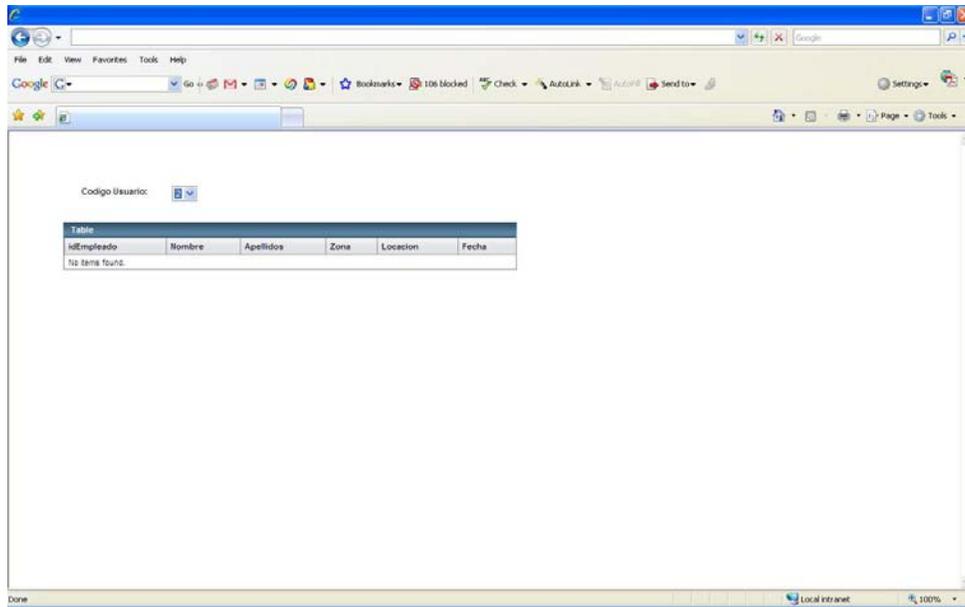


Figura 37: Página con reportes por usuario

6. CONCLUSIONES

- El problema más crítico encontrado en el desarrollo de la aplicación tuvo que ver con el caso de carencia de conexión del teléfono móvil. Algunas veces, cuando el celular no obtiene señal, es imposible enviar los datos de la aplicación, ya que ésta requiere conectarse para hacer un envío exitoso de datos en tiempo real.
- No obstante el problema del numeral anterior, ideamos un mecanismo de almacenamiento persistente que permitía guardar los datos en caso de ausencia de conexión, para enviarlos una vez ésta se recuperara.
- Fue absolutamente satisfactorio el hecho de que se cumplieran la totalidad de los objetivos del proyecto. Por tratarse de una tecnología inexplorada y muy nueva, existía un nivel de incertidumbre asociado al proyecto que no dejaba de ser una preocupación para sus integrantes.
- NFC probó ser una alternativa efectiva y posible para la solución de este problema e inclusive demostró que puede ser muchísimo más conveniente que las soluciones empleadas en el momento que no contemplan el control de presencia en tiempo real.
- El manejo de la tecnología NFC se hizo menos complicado, dado que se contaba con un API de J2ME que facilitaba el desarrollo. En algunos casos con tecnologías similares, el acceso al control de hardware es a mucho más bajo nivel y por ende, más complicado.
- La tipología no masiva del caso estudiado, no obstante los altos costos de los equipos de hardware del proyecto, indican que hay una alta viabilidad comercial para la solución desarrollada.
- Es de gran valor el que se haya podido construir un prototipo con el nivel de innovación y complejidad técnica del construido en este proyecto, y que además se haya pensado no sólo como un proyecto interesante desde el punto de vista técnico y académico, sino también comercial.
- La problemática explorada en este proyecto de grado puede abarcar muchas otras aplicaciones diferentes a la certificación de presencia para empresas de vigilancia y seguridad. De hecho el problema de verificación de presencia no es único y exclusivo de un sector como la vigilancia, sino que puede ser aplicable a distintos sectores corporativos.
- El desarrollo del prototipo de la aplicación, tal y como se concibió inicialmente, implicó muchos mayores esfuerzos. No solo se tuvo que desarrollar una aplicación independiente para la codificación de *tags* a ser utilizados por la aplicación principal, sino que se terminó por desarrollar también una pequeña aplicación web para la visualización de los reportes enviados desde el dispositivo móvil, a la base de datos.

- Por tratarse de un desarrollo en versión prototipo, no quisimos incurrir en un proceso complejo de ingeniería de software, pues lo que se perseguía desde un principio era superar la barrera técnica de adquisición y dominio de la tecnología NFC para resolver un caso sencillo.
- Aún quedan muchos esquemas de seguridad y asuntos técnicos por tener en cuenta, para que pueda decirse que la aplicación está lista para ser utilizada en un ambiente real y poder estar seguros de que no se encontrarán *bugs* ni situaciones indeseadas.

7. GLOSARIO

- **Acoplamiento Magnético Inductivo:** Fenómeno físico por el cual se relacionan las direcciones y sentidos de dos momentos magnéticos.
- **APDU:** (Application Protocol Data Unit). Es la unidad de comunicación entre un *reader* y una tarjeta. La estructura de un APDU es definida por las normas de la ISO 7816.
- **API:** (Applications Programming Interface). Una serie de funciones que están disponibles para realizar programas para un cierto entorno.
- **Bluetooth:** Es el nombre dado a una tecnología de transmisión de señales de corta distancia entre dispositivos móviles, computadores y otro tipo de dispositivos.
- **Contactless:** Sin contacto.
- **Contactless Card:** Tarjeta inteligente que realiza la transferencia de datos usando tecnología de radio frecuencia, a través de un transmisor y un receptor.
- **CSMA:** (Carrier Sense Multiple Access). Protocolo de Red para compartir un canal. Antes de transmitir la estación emisora comprueba si el canal está libre.
- **ECMA:** (European Computer Manufacturers Association). La asociación internacional de los estándares de sistemas de información y comunicación.
- **ETSI:** (The European Telecommunications Standardization Institute). Organismo europeo para estandarización de las telecomunicaciones.
- **Express Pay:** Es la nueva forma de pago con tarjetas crédito *contactless* y teléfonos NFC, implementada por la marca proveedora de servicios financieros American Express.
- **FELICA:** Sistema RFID contactless para tarjetas inteligentes desarrollado por Sony, el cual se utiliza más que todo en tarjetas de dinero electrónico.
- **GPRS:** (General Packet Radio Service). Servicio para permitir el acceso a Internet desde dispositivos móviles GSM, con velocidades entre 56 y 114 Kbps.
- **GSM:** (Global System for Mobile Communications). Estándar en telefonía móvil digital.
- **Handshake:** Proceso de negociación dinámica por medio del cual se negocian los parámetros de comunicación entre dos entidades.
- **IEC:** (International Electrotechnical Commission). La ISO y la IEC trabajan juntas para estandarizar las tecnologías de información a través del Comité Joint Technical Committee 1 (JTC1).
- **ISO:** (Internacional Organization for Standarización). ISO es una de las principales organizaciones internacionales para la estandarización. Coordina y desarrolla normas de consenso internacional que facilitan el comercio mundial.
- **J2ME:** (Java 2 Platform Micro Edition). Es la respuesta de Sun Microsystems para una plataforma de dispositivos inalámbricos.
- **JIS:** (Japanese Industrial Standard). Siglas que hacen referencia a las normas industriales japonesas.

- **Latencia:** Suma de retardos temporales dentro de una red o medio de comunicación.
- **Listener:** Entidad u objeto que en programación, está a la espera de que suceda un evento específico.
- **Mapping:** Conexión lógica entre dos entidades.
- **MIFARE:** Protocolo de comunicación para interfaces contactless en las tarjetas inteligentes. MIFARE es la tecnología utilizada para la transmisión de datos entre una tarjeta y un *reader*.
- **NDEF:** (The NFC Data Exchange Format). Especificación que define un formato de encapsulación de los mensajes para el intercambio de información entre dispositivos NFC y *tags*.
- **NFC FORUM:** Organización que promueve el uso de la tecnología NFC en el consumo electrónico, en los dispositivos móviles y PCs.
- **PayPass:** Es la nueva forma de pago con tarjetas crédito *contactless* y teléfonos NFC, implementada por la marca proveedora de servicios financieros MasterCard.
- **PayWave:** Es la nueva forma de pago con tarjetas crédito *contactless* y teléfonos NFC, implementada por la marca proveedora de servicios financieros VISA.
- **P2P:** (Peer-to-Peer). Sistema de red basado utilizado para el intercambio de archivos entre usuarios de la red.
- **PIN:** Contraseña para el acceso a determinados recursos.
- **Plug-n-play:** Función que tienen algunos dispositivos que permite la adición de un nuevo dispositivo (normalmente uno periférico), sin necesidad de reconfigurar o instalar manual los controladores de los dispositivos.
- **POS:** (Point Of Sale). Lugar en el que se producen las operaciones de pago con tarjeta, normalmente por medio de un dispositivo como un lector de tarjetas de créditos o una caja registradora.
- **Proximity Cards:** Nombre genérico para dispositivos con circuitos contactless integrados, normalmente utilizados en los sistemas de pago y seguridad.
- **Reader:** El *reader* se comunica con el *tag* RFID a través de ondas de radio y pasa la información en forma digital a un sistema terminal.
- **Ringtone:** Sonido hecho por un teléfono para indicar una llamada entrante. El término, sin embargo, se suele utilizar para referirse a los sonidos disponibles en teléfonos móviles.
- **RTD:** (Record Type Definition). Especificación de tipos de registros o información que se almacena en *tags* NFC.
- **Secure Element:** Es un chip tipo *smart card* capaz de almacenar diferentes aplicaciones como pagos, ticketing, etc.
- **Smart Card:** Sistema portador de información electrónico que usa tarjetas de plástico con un circuito integrado incrustado que guarda información de los procesos.

- **Smart Posters:** Sistema que recopila información de usuarios u objetos y muestra la información que sea relevante para ellos.
- **SMS:** (Short Message Service). Tecnología que permite mandar y recibir mensajes cortos de texto a través de teléfonos móviles o desde cuentas de mensajería de internet con esta aplicación incluida.
- **Tag:** Etiqueta que contiene información respecto a un objeto.
- **Tag Visual:** Código de barras en dos dimensiones que puede ser leído por los teléfonos celulares con cámara y el software apropiados.
- **Target:** Tag al cual se le va a escribir o del cual se va a leer información.
- **UICC:** (Universal Integrated Circuit Card). Son tarjetas con chip usadas en teléfonos móviles, en redes GSM y UMTS.
- **UID:** (Unique Identifier). Número único de 32 bits utilizado en un identificador para la identificación exclusiva de un objeto o de algún tipo de archivo .
- **URL:** (Universal Resource Locator). Esquema de direccionamiento usado para el uso de internet, se utiliza para especificar la dirección de los sitios y páginas web.
- **Wallpaper:** Imágenes usadas como fondo en una pantalla de un computador.
- **WIFI:** (Wireless fidelity). Término que se usa cuando se refiere a cualquier tipo de red de 802.11, que es la tecnología actual que se utiliza para proporcionar el acceso inalámbrico.
- **ZigBee:** Especificación para un conjunto de protocolos de comunicación de alto nivel, utilizando frecuencias digitales pequeñas y de baja potencia basadas en el estándar IEEE 802.15.4 para redes inalámbricas de área personal (WPANs).

8. BIBLIOGRAFÍA

Anokwa, Y., Borriello, G., Pering, T., & Want, R. (2007). A User Interaction Model for NFC Enabled Applications. *Computer Science and Engineering - University of Washington* .

Benyó, B., Vilmos, A., Kovacs, K., & Kutor, L. (2007). *NFC Applications and Business Model of the Ecosystem*. Information Society Technologies.

Cassidy, R. (2007, Julio 31). *NFC Forum*. NFC Forum Issues Specifications For Four Tag Types: http://www.nfc-forum.org/news/pr/view?item_key=2c0cb92de7d47bbbe7c99f13912b3307fc03c1c6

Csapodi, M., & Nagy, A. (2002). *New Applications for NFC Devices*.

Falke, O., Rukzio, E., Dietz, U., Holleis, P., & Schmidt, A. (2007). *Mobile Services for Near Field Communication*. University of Munich - Department of Computer Science - Media Informatics Group.

GSM Association. (2007). *Mobile NFC Services*. GSMA.

Harold, P. (2005). Close up and in the comfort zone, Near Field Communication gets the message across. *Philips Research* , 18-21.

Holmqvist, M., & Stefansson, G. (2006). *Mobile RFID A Case from Volvo on Innovation in SCM*. Hawaii: Hawaii International Conference on System Sciences.

NFC Forum. (2006). *Near Field Communication and the NFC Forum: The Keys to Truly Interoperable Communications*. Wakefield: NFC Forum.

Nokia Corporation. (2006). *Contactless Communication API - JSR 257*.

Ortiz Jr., S. (2007). Is Near-Field Communication Close to Success? *IEEE Computer Society - Technology news* , 18-20.

Paus, A. (2007). Near Field Communication in Cell Phones. *Seminararbeit Ruhr-Universität Bochum* .

Samsung. (2007). Partner to the Digital World. *NFC (Near Field Communication)* .

Siira, E., & Haikio, J. (2006). *Experiences from Near-Field Communication (NFC) in a Meal Service System*. Oulu: VTT Technical Research Center of Finland.

Strömmer, E., Kaartinen, J., Pärkkä, J., Ylisaukko-oja, A., & Korhonen, I. (2006). *Application of Near Field Communication for Health Monitoring in Daily Life*. New York City: EMBS Annual International Conference.

Wikipedia. (2008, Abril 08). http://en.wikipedia.org/wiki/Near_Field_Communication

Wikipedia. (2008, Abril 02). <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

Wikipedia. (2008, Abril 04). http://es.wikipedia.org/wiki/Java_Server_Pages

Wikipedia. (2008, Marzo 28). http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_Vista_Controlador