

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

INTERCONEXIÓN DE TECNOLOGÍAS MÓVILES CON SISTEMAS E - BUSSINESS PARA EMPRESAS DE AGUA POTABLE

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS Y DE COMPUTACIÓN

WILSON MARCELO MOCHAS TORRES

DIRECTOR: ING. JUAN HERRERA

Quito, Septiembre 2009

DECLARACIÓN

Yo, Wilson Marcelo Mochas Torres, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en éste documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a éste trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Wilson Marcelo Mochas Torres

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Wilson Marcelo Mochas Torres, bajo mi supervisión.

Ing. Juan Herrera

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por apoyarme siempre en cada momento de mi vida.

Wilson

DEDICATORIA

Les dedico éste proyecto a mis padres que sin ellos no lo hubiera logrado.

Wilson

CONTENIDO

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS.	6
1.2.1 <i>Elección de la metodología de desarrollo.</i>	7
1.2.1.1 Análisis de Metodologías de Desarrollo.	7
1.2.1.2 Descripción de Metodologías de Desarrollo candidatas.	9
1.2.1.2.1 RUP	10
1.2.1.2.2 Microsoft Solution Framework (MSF)	13
1.2.1.2.3 XP (Xtreme Programming)	15
1.2.1.3 Justificación de la Metodología seleccionada.	17
1.2.1.3.1 Análisis comparativo de las metodologías revisadas.	18
1.2.1.3.2 Justificación de la metodología a usarse para el proyecto.....	20
1.2.2 <i>Elección de la herramienta de desarrollo.</i>	21
CAPITULO II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS E-BUSSINESS Y MÓVILES PARA PROCESOS COMERCIALES DE EMPRESAS DE AGUA POTABLE.	23
2.1 ANÁLISIS DE INTERCONEXIÓN DE TECNOLOGÍAS E-BUSSINESS Y MÓVILES.	23
2.1.1 <i>Redes inalámbricas.</i>	24
2.1.1.1 Clasificación.....	24
2.1.1.2 Tecnologías Inalámbricas.	26
2.1.1.2.1 Luz Infrarroja.....	26
2.1.1.2.2 Bluetooth (IEEE 802.15.1).	27
2.1.1.2.3 Wi-Fi(IEEE 802.11).....	28
2.1.1.2.4 WiMAX (IEEE 802.16).	28
2.1.1.2.5 Redes móviles.	29
2.1.2 <i>Tecnología Movil Celular.</i>	30
2.1.2.1 Tecnologías de acceso celular (Multiplexación).	30
2.1.2.1.1 Tecnología FDMA.	31
2.1.2.1.2 Tecnología TDMA.	31
2.1.2.1.3 Tecnología CDMA.....	32
2.1.2.2 Generación de telefonía celular.	33
2.1.2.2.1 Redes 1G.	33
2.1.2.2.2 Redes 2G.	34
2.1.2.2.3 Redes 2.5 G.	35
2.1.2.2.4 Redes 3G.	36
2.1.2.2.5 Redes 4G.	37
2.1.2.3 Evolución a los sistemas celulares 3G: GSM vs. CDMA2000.	37
2.1.2.3.1 Evolución de las redes CDMA2000.....	38

2.1.2.3.2	Evolución de las redes GSM.	40
2.1.2.4	Operadoras celulares del país.	41
2.1.3	<i>Dispositivos móviles</i>	42
2.1.3.1	PDA (Palm – Windows Mobile).	43
2.1.3.1.1	PDA Industriales (IP – 54, IP - 65).	45
2.1.4	<i>Aplicaciones Móviles</i>	46
2.1.4.1	Aplicaciones On Line (Web Móviles).	47
2.1.4.1.1	Web Services.	48
2.1.4.2	Aplicaciones Stand Alone.	48
2.1.4.3	Aplicaciones Smart Client.	48
2.1.4.4	Plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles.	48
2.1.4.4.1	J2ME – J2EE.	49
2.1.4.4.2	. NET.	49
2.1.5	<i>Seguridades lógicas de Información (Aplicaciones Móviles Seguras)</i>	50
2.1.5.1	Consideraciones Específicas para Soluciones Móviles.	50
2.1.5.1.1	Consideraciones sobre el Ingreso de Datos	51
2.1.5.1.2	Criptografía.	51
2.1.6	<i>Factibilidad de Interconexión de tecnologías</i>	52
2.2	SITUACIÓN ACTUAL DE PROCESOS COMERCIALES DE AGUA POTABLE.	55
2.2.1	<i>Descripción de procesos y subprocesos comerciales de agua potable relacionados con el proyecto</i>	56
2.2.2	<i>Procesos comerciales y ciclos de facturación</i>	58
2.2.3	<i>Catastros de clientes</i>	60
2.2.3.1	Catastro.	62
2.2.3.2	GeoCódigo.	62
2.3	ANÁLISIS DEL PROCESO DE TOMA DE LECTURAS DE MEDIDORES DE AGUA POTABLE.	66
2.3.1	<i>Medidores de agua potable</i>	67
2.3.2	<i>Descripción de los subprocesos correspondientes al proceso de toma de lecturas</i>	70
2.3.2.1	Generación y distribución de libros de lectura.	70
2.3.2.2	Toma de Lecturas.	71
2.3.2.3	Ingreso de Datos.	72
2.3.2.4	Validación de lecturas.	72
2.3.2.5	Re aplicación de Lecturas.	73
2.4	ANÁLISIS DEL PROCESO DE FACTURACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE.	74
2.4.1	<i>Descripción de los subprocesos correspondientes al proceso de Facturación</i>	74
2.4.1.1	Pre facturación.	74
2.4.1.2	Facturación.	76
2.4.1.3	Emisión de Facturas.	77
2.4.1.4	Entrega de Facturas a Domicilio.	78

2.5	ESTUDIO COSTO – BENEFICIO DEL USO DE TECNOLOGÍA MÓVILES PARA LOS PROCESOS DE TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN	78
2.5.1	<i>Costos</i>	79
2.5.1.1	Costos operativos del proceso normal de toma de lecturas y facturación sin automatización.	79
2.5.1.2	Costos e Inversión del proyecto de LectoFacturación para el proceso de toma de lecturas y facturación. 81	
2.5.1.2.1	Costos de desarrollo.	81
2.5.1.2.2	Costos de personal.....	83
2.5.1.2.3	Inversión en Equipos.....	84
2.5.1.2.4	Costo de mantenimiento de equipos.....	85
2.5.1.2.5	Costo del enlace de datos.	85
2.5.1.2.6	Costos de suministros.....	85
2.5.1.2.7	Resumen de costos e inversión del proyecto.....	86
2.5.2	<i>Beneficios</i>	87
2.5.2.1	Beneficios no tangibles (no cuantificables).....	87
2.5.2.2	Beneficios tangibles (cuantificables).....	88
2.5.2.2.1	Beneficios generados al reducir el tiempo del proceso de facturación.....	88
2.5.2.2.2	Beneficios generados por ahorro de recursos.....	89
2.5.3	<i>Viabilidad del proyecto</i>	90
2.5.3.1	Conclusiones del análisis costo – beneficio.....	91
CAPITULO III.	DESARROLLO DEL MÓDULO PARA INTERCONEXION DE TECNOLOGIAS E BUSSINESS Y MOVILES	92
3.1	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	92
3.1.1	<i>Introducción</i>	93
3.1.1.1	Ámbito del sistema.....	93
3.1.1.2	Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	94
3.1.1.3	Visión General del documento.....	94
3.1.2	<i>Descripción general</i>	95
3.1.2.1	Perspectiva del producto.....	95
3.1.2.2	Funciones del producto.....	95
3.1.2.3	Características de los usuarios.....	96
3.1.2.4	Restricciones.....	96
3.1.2.5	Suposiciones y dependencias.....	97
3.1.3	<i>Especificación de requerimientos</i>	97
3.1.3.1	Requisitos de Interfaces externas.....	97
3.1.3.2	Requisitos funcionales.....	98
3.1.3.2.1	Actores.....	99
3.1.3.2.2	Diagrama General de Casos de Uso.....	100
3.1.3.2.3	Caso de uso del módulo móvil: Ingresar al Sistema.....	101
3.1.3.2.4	Caso de uso del módulo móvil: Realizar Facturación Inmediata.....	102

3.1.3.2.5	Caso de uso del módulo móvil: Replicar Información Pendiente.....	110
3.1.3.2.6	Caso de uso del módulo móvil: Reimprimir Avisos de Pago.....	112
3.1.3.2.7	Caso de Uso del módulo Móvil: Cargar Archivos de LectoFacturación.	113
3.1.3.2.8	Caso de Uso del Módulo de Gestión: Generar Archivos de LectoFacturación.	115
3.2	ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MÓDULO.	116
3.2.1	<i>Modelo de Análisis del Módulo Móvil.</i>	116
3.2.1.1	Realización de Casos de Uso: Ingresar al Sistema.	117
3.2.1.1.1	Diagrama de Clases de Análisis.	117
3.2.1.1.2	Diagrama de Colaboración.....	117
3.2.1.2	Realización de Casos de Uso: Realizar Facturación Inmediata.	119
3.2.1.2.1	Diagrama de Clases de Análisis.	119
3.2.1.2.2	Diagrama de Colaboración.....	120
3.2.1.3	Realización de Casos de Uso: Reimprimir Avisos de pago.....	122
3.2.1.3.1	Diagrama de Clases de Análisis.	122
3.2.1.3.2	Diagrama de colaboración.	123
3.2.1.4	Realización de Casos de Uso: Replicar Información Pendiente.....	125
3.2.1.4.1	Diagrama de Clases de Análisis.	125
3.2.1.4.2	Diagrama de Colaboración.....	126
3.2.2	<i>Diseño de casos de uso.</i>	127
3.2.2.1	Diseño del caso de uso: Realizar Facturación Inmediata.....	128
3.2.2.1.1	Diagrama de Actividades.	128
3.2.2.1.2	Diagrama de Secuencia.....	129
3.2.2.2	Diseño del caso de uso: Reimprimir Avisos de pago.	130
3.2.2.2.1	Diagrama de secuencia.	130
3.2.2.3	Diseño del caso de uso: Replicar información pendiente.	131
3.2.2.3.1	Diagrama de Secuencia.....	131
3.2.3	<i>Arquitectura del MÓDULO DE LECTOFACTURACION.</i>	131
3.2.3.1	Capa de Presentación:.....	133
3.2.3.2	Capa de Lógica.....	133
3.2.3.3	Capa de Datos.	134
3.3	DESARROLLO DEL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN.	134
3.3.1	<i>Selección de las herramientas.</i>	135
3.3.2	<i>Estandarización.</i>	136
3.3.2.1	Estándar para nombrar clases.....	136
3.3.2.1.1	Estándar para nombrar atributos de una clase.....	137
3.3.2.1.2	Estándar para declaración de controles.....	137
3.3.2.1.3	Estándar para nombrar operaciones de una clase.....	138
3.3.2.2	Estándar para diseñar pantallas.	138
3.3.2.3	Estándar para diseñar botones.	139
3.4	PRUEBAS DEL MÓDULO.....	140
3.4.1	<i>Casos de Prueba.</i>	140

3.4.1.1	Prueba del caso de uso: Ingresar al sistema.....	141
3.4.1.2	Prueba del caso de uso: Realizar Facturación inmediata.....	142
3.4.1.3	Prueba del caso de uso: Replicar Información pendiente.....	146
3.4.1.4	Prueba del caso de uso: Reimprimir Avisos de Pago.....	147
3.4.1.5	Prueba del caso de uso: Cargar Archivos de LectoFacturación.....	147
CAPITULO IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	149
4.1	CONCLUSIONES.....	149
4.2	RECOMENDACIONES.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I

TABLA 1 - 1:	ASOCIACIONES DE EMPRESAS DE AGUA POTABLE	1
TABLA 1 - 2:	TABLA COMPARATIVA PARA LA ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO	21

CAPITULO II

TABLA 2 - 1:	OPERADORAS CELULARES DEL PAÍS.....	42
TABLA 2 - 2:	RESUMEN DE TIPOS DE REDES INALÁMBRICAS	52
TABLA 2 - 3:	RESUMEN DE TIPOS DE TECNOLOGÍAS DE ACCESO DE TECNOLOGÍA CELULAR	53
TABLA 2 - 4:	RESUMEN DE TIPOS DE GENERACIÓN DE REDES CELULARES	54
TABLA 2 - 5:	LECTORES REQUERIDOS.....	79
TABLA 2 - 6:	COSTOS POR PERSONAL SIN AUTOMATIZACIÓN	80
TABLA 2 - 7:	COSTOS DE RECURSOS EN HOJAS PARA PROCESO NORMAL DE TOMA DE LECTURAS.	80
TABLA 2 - 8:	COSTOS DE RECURSOS EN IMPRESIÓN PARA PROCESO NORMAL DE TOMA DE LECTURAS.	81
TABLA 2 - 9:	COSTOS OPERATIVOS TOTALES DEL SERVICIO DE TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN SIN AUTOMATIZACIÓN.	81
TABLA 2 - 10:	INVERSIÓN EN LICENCIAS	82
TABLA 2 - 11:	COSTOS DE DESARROLLO	83
TABLA 2 - 12:	INVERSIÓN EN EQUIPOS.	84
TABLA 2 - 13:	COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.	85
TABLA 2 - 14:	INVERSIÓN EN ENLACES DE DATOS.	85
TABLA 2 - 15:	NÚMERO DE IMPRESIONES DE AVISOS DE PAGO POR ROLLO.	86
TABLA 2 - 16:	COSTOS DE RECURSOS EN IMPRESIÓN PARA PROCESO NORMAL DE TOMA DE LECTURAS.	86
TABLA 2 - 17:	COSTOS POR PERSONAL CON AUTOMATIZACIÓN	84
TABLA 2 - 18:	INVERSIÓN TOTAL PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO DE LECTOFACTURACIÓN.....	86
TABLA 2 - 19:	COSTOS OPERATIVOS DEL PROYECTO DE LECTOFACTURACIÓN	87
TABLA 2 - 20:	BENEFICIOS EN AHORRO DE RECURSOS.	90
TABLA 2 - 21:	CÁLCULO DEL TIR Y VAN PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DEL PROYECTO	91

CAPITULO III

TABLA 3 - 1:	DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACIÓN.	94
TABLA 3 - 2:	ACRÓNIMOS DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACIÓN.....	94
TABLA 3 - 3:	CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS DEL MÓDULO LECTOFACTURACIÓN.	96
TABLA 3 - 4:	ACTORES DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACIÓN.....	100
TABLA 3 - 5:	CUADRO DEL AMBIENTE UTILIZADO EN EL DESARROLLO DEL MÓDULO.	135
TABLA 3 - 6:	ESTÁNDAR PARA NOMBRAR CLASES	136
TABLA 3 - 7:	ABREVIATURAS PARA DECLARACIÓN DE CONTROLES	138
TABLA 3 - 8:	EJEMPLO DE NOMBRES DE OPERACIONES DE LAS CLASES.	138
TABLA 3 - 9:	CRITERIOS PARA DISEÑAR PANTALLAS	139
TABLA 3 - 10:	ESTÁNDARES PARA DISEÑO DE PANTALLAS	139
TABLA 3 - 11:	PLANTILLA DE CASOS DE PRUEBA.....	141
TABLA 3 - 12:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU1-1: INGRESO AL SISTEMA DE UN USUARIO LECTOR	142

TABLA 3 - 13:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU1-2: INGRESO AL MÓDULO DE UN USUARIO ADMINISTRADOR.....	142
TABLA 3 - 14:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU2-1: VALIDAR LECTURAS FUERA DE RANGO	143
TABLA 3 - 15:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU2-2: FACTURACIÓN SIN LECTURAS.	144
TABLA 3 - 16:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU2-3: FACTURACIÓN SIN REPLICACIÓN DE DATOS.	145
TABLA 3 - 17:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU2-4: REPLICACIÓN DE DATOS.	146
TABLA 3 - 18:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU3-1: REPLICACIÓN DE DATOS PENDIENTES.....	146
TABLA 3 - 19:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU4-1: REIMPRESIÓN DE AVISOS DE PAGOS.	147
TABLA 3 - 20:	DESCRIPCIÓN DEL CASO DE PRUEBA CU5-1: CARGA DE DATOS PARA TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN.....	148

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

FIGURA 1 - 1 : CICLO DE VIDA DE RUP.....	11
FIGURA 1 - 2 : CICLO DE VIDA DE MSF.....	14

CAPITULO II

FIGURA 2 - 1: CATEGORÍAS DE REDES INALÁMBRICAS, CONJUNTAMENTE CON LA TECNOLOGÍA MÁS REPRESENTATIVA	25
FIGURA 2 - 2: INTERCONEXIÓN ENTRE REDES INALÁMBRICAS	26
FIGURA 2 - 3: EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS MÓVILES GSM Y CDMA	38
FIGURA 2 - 4: EVOLUCIÓN REDES CELULARES.....	41
FIGURA 2 - 5: EJEMPLO DE POCKET PC CON SISTEMA OPERATIVO WINDOWS MOBILE.....	45
FIGURA 2 - 6: EJEMPLO DE POCKET PC INDUSTRIALES IP54, IP65.....	46
FIGURA 2 - 7: FLUJO DE LOS PROCESOS COMERCIALES DE TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN DE CONSUMOS.	55
FIGURA 2 - 8: FLUJO DE LOS PROCESOS Y SUBPROCESOS COMERCIALES DE TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN DE CONSUMOS. 58	
FIGURA 2 - 9: CICLOS DE FACTURACIÓN.....	59
FIGURA 2 - 10: CLIENTES REALES.....	61
FIGURA 2 - 11: CLIENTES FACTIBLES	61
FIGURA 2 - 12: CLIENTES POTENCIALES	61
FIGURA 2 - 13: DIVISIÓN DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN SECTORES.....	63
FIGURA 2 - 14: DIVISIÓN DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN RUTAS EN BASE A UN SECTOR ESCOGIDO	63
FIGURA 2 - 15: DIVISIÓN DEL ÁREA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN MANZANAS EN BASE A UN SECTOR Y RUTA ESCOGIDO ..	64
FIGURA 2 - 16: CODIFICACIÓN DE SECUENCIA, PISO Y DEPARTAMENTO DE PREDIOS CON UNIDADES DE VIVIENDA EN POSICIÓN HORIZONTAL 65	
FIGURA 2 - 17: CODIFICACIÓN DE PISO Y DEPARTAMENTO EN PREDIOS CON UNIDADES DE VIVIENDA EN POSICIÓN VERTICAL ..	66
FIGURA 2 - 18: MEDIDOR DE TIPO VOLUMÉTRICO O DESPLAZAMIENTO POSITIVO.	68
FIGURA 2 - 19: MEDIDOR DE TIPO INFERENCIAL O DE VELOCIDAD.	69
FIGURA 2 - 20: TIEMPO ESTIMADO DE TOMA DE LECTURAS Y ENTREGA DE AVISOS DE PAGO.....	79

CAPITULO III

FIGURA 3 - 1: DIAGRAMA DE ACTORES.....	99
FIGURA 3 - 2: DIAGRAMA GENERAL DE CASOS DE USO.....	100
FIGURA 3 - 3: DIAGRAMA DE CASO DE USO: INGRESAR AL SISTEMA.....	101
FIGURA 3 - 4: DIAGRAMA DE CASO DE USO: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA.....	102
FIGURA 3 - 5: DIAGRAMA DE CASO DE USO: REPLICAR INFORMACIÓN PENDIENTE.....	110
FIGURA 3 - 6: DIAGRAMA DE CASO DE USO: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO.....	112
FIGURA 3 - 7: DIAGRAMA DE CASO USO: CARGAR ARCHIVOS DE LECTOFACTURACIÓN.....	113
FIGURA 3 - 8: DIAGRAMA DE CASO DE USO: GENERAR ARCHIVOS DE LECTOFACTURACIÓN.	115
FIGURA 3 - 9: DIAGRAMA DE CLASE DE ANÁLISIS: INGRESAR AL SISTEMA.	117
FIGURA 3 - 10: DIAGRAMA DE COLABORACIÓN: INGRESAR AL SISTEMA	117
FIGURA 3 - 11: DIAGRAMA DE CLASE DE ANÁLISIS: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA.	119
FIGURA 3 - 12: DIAGRAMA DE COLABORACIÓN: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA.....	120

FIGURA 3 - 13:	DIAGRAMA DE CLASE DE ANÁLISIS: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO	122
FIGURA 3 - 14:	DIAGRAMA DE COLABORACIÓN: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO.	123
FIGURA 3 - 15:	DIAGRAMA DE CLASE DE ANÁLISIS: REPLICAR INFORMACIÓN PENDIENTE.	125
FIGURA 3 - 16:	DIAGRAMA DE COLABORACIÓN: REPLICAR INFORMACIÓN PENDIENTE.	126
FIGURA 3 - 17:	DIAGRAMA DE ACTIVIDADES: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA	128
FIGURA 3 - 18:	DIAGRAMA DE SECUENCIA: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA	129
FIGURA 3 - 19:	DIAGRAMA DE SECUENCIA: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO	130
FIGURA 3 - 20:	DIAGRAMA DE SECUENCIA: REPLICAR INFORMACIÓN PENDIENTE	131
FIGURA 3 - 21:	INFRAESTRUCTURA DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACIÓN	132
FIGURA 3 - 22:	ARQUITECTURA DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACIÓN	133

RESUMEN

El área que abarca el presente proyecto corresponde al desarrollo de aplicaciones móviles, interconectadas en línea a sistemas de gestión comercial basados en E - Business, a través de Internet, usando como infraestructura de comunicación la red de datos de las operadoras celulares del país.

En el presente documento se describirá un estudio de factibilidad de integración de tecnologías E-Business y móviles utilizando como medio de transmisión el canal de datos de las operadoras celulares del país. Dentro del estudio realizado se verá un breve análisis de las tecnologías móviles actuales (al presente proyecto), así como de las redes inalámbricas disponibles (incluidas las redes celulares).

El alcance del presente proyecto está enfocado a empresas de agua potable y alcantarillado de tamaño mediano, específicamente a los procesos correspondientes a la toma de lecturas (trabajo en campo) y facturación de consumo de agua potable.

Además, se contempla un análisis costo - beneficio del uso de las tecnologías móviles analizadas, aplicadas a dichas empresas.

Como resultado práctico del proyecto se desarrollará un módulo para dispositivos móviles, el cual realizará una facturación inmediata de los consumos obtenidos al momento de realizar las tomas de lecturas de los medidores de consumos de agua potable (correspondiente a los procesos de toma de lecturas y facturación de las empresas de agua potable) e interconectará en línea toda la información generada a un sistema existente de gestión comercial basado en E-Business. En el presente documento también se describirá el desarrollo realizado para obtener dicho módulo de interconexión de tecnologías E - Business y móviles.

INTRODUCCIÓN

A continuación se detallará en forma breve y concisa el contenido de cada uno de los capítulos correspondientes al presente documento:

En el primer capítulo se verá un análisis de la problemática que se quiere resolver para a continuación describir la justificación de la metodología usada para el

desarrollo del módulo de interconexión de tecnologías E – Business y móviles, así como también la elección de las herramientas de desarrollo usadas.

En el segundo capítulo se verá el estudio realizado de la factibilidad de integración de tecnologías E – Business y móviles para procesos comerciales de empresas de agua potable. Primeramente se describirá el análisis de interconexión de tecnologías E – Business y móviles, en el cual se verá una breve descripción de; redes inalámbricas, tecnología celular, tipos de dispositivos móviles y las herramientas disponibles para desarrollo de aplicaciones móviles. A continuación se describirá un análisis de los procesos comerciales abarcados en el alcance del presente proyecto, los cuales corresponden a los procesos de toma de lecturas y facturación. Finalmente se describirá el estudio costo – beneficio del uso de tecnologías móviles para los procesos de toma de lecturas y facturación de empresas de potable.

En el tercer capítulo se describirá el desarrollo del módulo de interconexión de tecnologías E – Business y móviles y se verá los diagramas UML realizados, en base a la metodología de desarrollo escogida.

En el Cuarto y último capítulo, se verá las conclusiones y recomendaciones obtenidas del trabajo realizado, las cuales sin duda pueden ser tomadas en cuenta para el desarrollo de otros sistemas involucrados con éste tópico.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

ANTECEDENTES.

Antes de ver la descripción del problema, se detallará una breve descripción de la situación actual de las empresas de agua potable.

Cabe indicar que a la presente fecha, existe una asociación andina de empresas de servicios de agua potable, la cual se encuentra integrada por asociaciones nacionales de empresas de servicios de agua potable de países como: Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, las cuales son: ANEMAPA, ACODAL, ANEPSSA y ANESAPA respectivamente. Esta asociación andina es ANDESAPA.¹

ASOCIACIÓN		PAÍS	PÁGINA WEB
ANDESAPA	Asociación Andina de Empresas e Instituciones de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.		www.andesapa.org.ec
ANEMAPA	Asociación nacional de empresas municipales de Agua Potable y Alcantarillado y servicios conexos.	Ecuador	www.anemapa.org.ec
ACODAL	Asociación colombiana de ingeniería sanitaria y ambiental.	Colombia	www.acodal.org.co
ANEPSSA	Sociedad nacional de entidades prestadoras de servicio de saneamiento del Perú.	Perú	www.anepssa.tripod.com
ANESAPA	Asociación nacional de empresas de servicios de Agua Potable y Alcantarillado.	Bolivia	www.anesapa.org

Tabla 1 - 1: Asociaciones de Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

En el Ecuador el servicio de agua potable y alcantarillado está a cargo de empresas y también de Municipios, existiendo, según datos de ANEMAPA², 30 empresas prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado y 14

¹ Asociación Andina y Nacional de empresas de Servicio de Agua Potable
Fuente: Revista Andesapa N°1 (julio 2008) y N°3(Di ciembre 2008)

² Empresas de Agua Potable
Fuente: Revista Anemapa N°36 Edición especial (ju lio - septiembre 2006).

municipios prestando servicio de agua potable y alcantarillado. Siendo el factor común el número de clientes a los cuales brindan el servicio de agua potable, pudiendo de esta manera clasificarse en grandes (más de 70.000 clientes), medianas (entre 30.000 y 70.000 clientes) y pequeñas (menos de 30.000 clientes). Se puede encontrar un listado de dichas empresas en la sección de anexos.

Dentro de las empresas con un mayor número de clientes se tiene a EMAAP-QUITO, INTERAGUA (Guayaquil), ETAPA (Cuenca).

Un factor que se debe tener en cuenta es la entrega de facturas y avisos de pago, las cuales varía de acuerdo a la empresa. Es decir, generalmente la factura correspondiente al consumo mensual de agua potable, es entregada al momento de cancelar los valores de dicha factura, pero existen empresas, como es el caso de EMAAP-QUITO, que entregan en el instante en que realizan las lecturas de consumos de los medidores de agua potable. También, existen empresas las cuales entregan, posteriormente realizada la facturación, avisos de pago a los clientes para que conozcan de antemano los valores que deben cancelar, como es el caso de EAPA – SAN MATEO Esmeraldas.

A continuación se verá la descripción del problema.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Mucha de la información generada por una empresa de agua potable es gestionada a través de un sistema de información, el cual almacena dicha información en el mismo momento que es generada, es decir; información generada en las oficinas de la empresa.

Algunas empresas no sólo generan información dentro de las oficinas sino también fuera de ellas, a través del trabajo realizado en campo.

Para poder disponer de la información generada a través del trabajo realizado en campo, se debe esperar a que dicha información sea trasladada a la empresa misma, para luego ingresar estos datos en el sistema de información que maneja la empresa.

En las empresas que brindan servicios de consumo de agua potable, en las cuales uno de los procesos que se realizan corresponden a la facturación de consumos de agua potable, el cual requiere información generada en campo, específicamente se requiere saber el consumo mensual de agua potable de cada cliente de la empresa.

Para esto las empresas de agua potable instalan medidores de consumo a cada cliente al cual proveen de dicho servicio. Estos medidores registran cada metro cúbico consumido. Es por esto que, mensualmente se requiere realizar las lecturas de consumo de agua potable del medidor de cada cliente al que proveen el servicio (se requiere realizar trabajo de campo), para de esta manera con los datos obtenidos, generar la facturación (aplicando pliegos tarifarios) de consumos de agua potable. Para esto se requiere que personal de la empresa, a los cuales denominan lectores, realicen un recorrido por cada medidor instalado (realizando de esta manera trabajo de campo), registrando las lecturas de consumo de agua potable del medidor de cada cliente. Generalmente registran las lecturas sobre un listado impreso, es decir sobre papel, del cual posteriormente los datos registrados deben ser digitados o ingresados en el sistema de información de la

empresa. Comúnmente a los sistemas de información que gestionan los servicios de consumo brindados por las empresas de agua potable se los llama “*Sistemas Comerciales*”.

Específicamente el proceso de facturación de consumos de agua potable se lo realiza en varias fases o subprocesos, en las cuales se realiza lo siguiente:

- ◆ Tomar lecturas de consumo de agua potable. Esta actividad es realizada en campo.
- ◆ Ingresar las lecturas de consumo obtenidas anteriormente, al sistema comercial de la empresa. Esta actividad es realizada en oficina.
- ◆ Validar que las lecturas de consumos sean consistentes y coherentes respecto a las lecturas obtenidas anteriormente. Esta actividad es realizada en oficina.
- ◆ Realizar la pre facturación de consumos para validar valores con consumos cero y valores fuera de rango. Esta actividad es realizada en oficina.
- ◆ Realizar la facturación de consumos (Aplicando los pliegos tarifarios de cada empresa). Esta actividad es realizada en oficina.
- ◆ Imprimir los avisos de pago de cada cliente. Esta actividad es realizada en oficina.
- ◆ Entregar los avisos de pago generados, a los clientes de la empresa. Esta actividad es realizada en campo.

Como se vio en la sección de antecedentes, sólo algunas empresas realizan la entrega de avisos de pago y en el caso de EMAAP-QUITO, se entregan la factura del consumo mensual en el instante en que realizan las lecturas de consumos de los medidores de agua potable. Es decir en unos casos se realizarán todas las actividades descritas anteriormente y en otros sólo hasta la facturación de consumos.

De las actividades vistas anteriormente se puede separar las que son realizadas en campo y las que son realizadas en oficina. Es decir se puede observar que

tanto la toma de lecturas y la entrega de avisos de pago son actividades que deben ser realizadas en campo y el resto de actividades son realizadas en oficina.

Algunas de las actividades descritas anteriormente, corresponden a validaciones (validación de lecturas y pre facturación de consumos), las cuales son realizadas debidas a que muchas veces la información de lecturas de consumos no son las correctas. Toda la información de consumos generada en el campo es llevada en hojas y esta información debe ser ingresada posteriormente al sistema.

Debido a que no se posee un control del trabajo realizado en campo se tiene una gran cantidad de errores de las lecturas de consumo y por consiguiente los reclamos de los clientes, es por esto que se realiza la validación de las lecturas traídas y posteriormente la Pre facturación, en donde se verifica los valores de los pagos que deberían realizar los clientes.

Además, se requiere períodos de tiempo que varían de 4 a 15 días o incluso un mes, entre la toma de lecturas de consumos, la facturación y la entrega de avisos de pago dependiendo del tipo de facturación que lleve la empresa, es decir de forma cíclica o mensual (para más detalle ver subcapítulo 2.2.2).

De manera resumida los principales problemas encontrados dentro de éste proceso son los siguientes:

- ◆ Lecturas mal tomadas.
- ◆ Altos tiempos y costos de procesamiento.
- ◆ Gran cantidad de reclamos y re facturación.
- ◆ Información desactualizada de cartera.
- ◆ Largos períodos entre lectura, facturación y entrega.
- ◆ Retraso en la entrega de facturas.
- ◆ Altos tiempos y errores de digitación.

Los subprocesos, descritos anteriormente, del proceso de facturación, a excepción del trabajo de campo, son automatizados.

El objetivo del presente proyecto es automatizar los procesos que se realizan a través de trabajo de campo, usando para esto una aplicación móvil capaz de realizar una facturación inmediata y en tiempo real, al momento que se ingrese la lectura de consumo de agua potable, e interconectarla en línea con el sistema comercial de la empresa, es decir disponer de la información en el mismo momento en que se genera.

De manera específica se puede enfocar el alcance del problema en dos partes:

- ◆ Poder disponer de la información generada en campo en el mismo momento en que es generada, usando para esto tecnologías móviles interconectadas en línea a un sistema E-Business por medio de Internet (a través del canal de datos de operadoras celulares).
- ◆ Realizar una facturación inmediata, es decir optimizar todo el proceso de facturación, y de esta manera facturar el consumo en el momento en que es tomada la lectura, entregar en ese instante el aviso de pago y disponer de esta información en el sistema comercial de la empresa al instante.

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS.

El objetivo del presente proyecto es realizar un estudio de factibilidad de integración de tecnologías E- Business y móviles a través de Internet, utilizando como medio de transmisión el canal de datos de las operadoras celulares del país, enfocado a empresas que brindan servicio de agua potable, específicamente para los procesos de toma de lecturas y facturación, como se explico anteriormente.

Como parte del resultado de éste estudio se desarrollará un aplicativo para dispositivos móviles que refleje el estudio realizado.

Como en todo desarrollo de software es necesario determinar el proceso o metodología de desarrollo a seguirse para alcanzar, desde un punto de vista de ingeniería, dicho objetivo.

A continuación se detallará los factores tomados en cuenta para la elección tanto de la metodología o proceso de desarrollo como las herramientas de desarrollo usadas para el presente proyecto.

1.2.1 ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO.

Uno de los primeros factores que influyen en el correcto desarrollo de software, es el determinar la metodología de desarrollo que se usará.

A continuación se realizará un análisis de las metodologías de desarrollo candidatas a usarse en el presente proyecto, para posteriormente, en base a estas metodologías, elegir la que será usada durante el presente proyecto.

1.2.1.1 Análisis de Metodologías de Desarrollo.

Como es conocido en otras áreas de la ingeniería, tienen delimitadas sus áreas de conocimiento, y reguladas las técnicas de trabajo para ofrecer las garantías necesarias en la construcción de sus respectivos artefactos.³

Así por ejemplo, una empresa de arquitectura, o de ingeniería aero - espacial, naval o nuclear, tiene estándares y conocimientos estables, que si se aplican sistemáticamente, aportan garantías contrastadas a la robustez de las estructuras de sus edificios o de las naves que construye. Pero el criterio citado anteriormente no se ajusta a la ingeniería de software, específicamente en el desarrollo de software.

El problema en éste momento no es la falta de estándares, modelos o técnicas, sino la abundancia de ellos, por lo que resulta aconsejable tomar un apunte del plano general para saber cual escoger.

³ Metodologías de Desarrollo

Fuente: http://www.navegapolis.net/files/articulos/gestion_y_procesos.pdf - 2008

Es por esto que es necesario realizar un análisis de las metodologías existentes, comparar y determinar cuales de éstas se ajustan mejor, ya que existen muchos factores que influyen en el éxito o fracaso de un proyecto (los cuales no serán analizados ya que no son parte del alcance del presente proyecto, más bien se realizará un breve análisis de los criterios a tomar en cuenta en la elección de la metodología a usarse en el desarrollo del presente proyecto).

El primer punto que se debe considerar para desarrollo de software, es que no existe una metodología de software universal, como se había mencionado anteriormente. Las características de cada proyecto (equipo de desarrollo, recursos, etc.) exigen que el proceso sea configurable.

Existen muchos criterios para la elección de una metodología de desarrollo. Uno de estos criterios es el paradigma de desarrollo, mediante el cual se pueden clasificar las metodologías en dos grupos.

- ◆ Metodologías Orientadas a Objetos.
- ◆ Metodologías Estructuradas.

Las metodologías usadas actualmente, tomando en cuenta éste criterio, son las metodologías Orientadas a Objetos.

Otro criterio aplicado es la cantidad de formalidad o documentación requerida por cada metodología, es decir se puede clasificar las metodologías en:

- ◆ Metodologías ágiles.
- ◆ Metodologías Tradicionales (o denominada Metodologías Pesadas, o Peso Pesado).

Las metodologías ágiles de desarrollo son caracterizados por un enfoque altamente iterativo usando una mínima documentación y formalismo lo cual lo hace ideal para proyectos pequeños y menos complejos. Algunos de los enfoques

ágiles como XP, le dan un mayor valor a la producción de software, mejor que la creación de documentación extensiva.

Por el contrario se dispone también de metodologías pesadas de desarrollo en los cuales se requiere de gran cantidad de documentación y formalismo, por lo que son aplicados en proyectos grandes y complejos.

De esta manera se puede decidir escoger una metodología en base a la complejidad del proyecto, aunque muchas veces no siempre se aplica éste criterio ya que como se mencionó anteriormente la metodología debería adaptarse a la naturaleza del proyecto.

Existen otros criterios a tomar en cuenta basándonos en la naturaleza del proyecto, los cuales no serán analizados, porque no conciernen al desarrollo del presente documento.

Aplicando estos criterios se puede empezar a discernir la metodología que podría aplicarse al proyecto, es decir se puede definir que paradigma de desarrollo utilizar y la cantidad de formalidad requerida.

Antes de proceder a definir la metodología de desarrollo a aplicarse en el presente proyecto, se realizará una breve descripción de tres metodologías, las cuales se ajustan a las necesidades del presente proyecto (posteriormente se justificará la elección de éstas metodologías), para a continuación analizar la metodología que mejor se ajusta a las necesidades del presente proyecto y justificar la elección de la metodología a usarse.

1.2.1.2 Descripción de Metodologías de Desarrollo candidatas.

Cabe aclarar, que el alcance del presente proyecto no está enfocado a analizar ni estudiar minuciosamente metodologías y procesos de desarrollo, debido a lo cual como primer factor determinante en la elección de la metodología será el

conocimiento adquirido en clases, así como la experiencia en el uso de una u otra metodología.

Por tales motivos se escogieron tres metodologías que serán descritas a continuación; RUP, MSF y XP, debido al mayor conocimiento y dominio por parte del autor del presente documento.

A continuación se describe a manera de resumen de las metodologías candidatas a ser usadas para el presente proyecto, cabe recalcar que esta información sirve de base para la justificación de la elección de la metodología a usarse en el presente proyecto.

1.2.1.2.1 RUP⁴

RUP constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos.

Sus principales características son:

- ◆ Forma disciplinada de asignar tareas y responsabilidades.
- ◆ Implementa las mejores prácticas en Ingeniería de software:
 - ▶ Desarrollo Iterativo.
 - ▶ Gestión de requerimientos.
 - ▶ Uso de arquitectura basada en componentes.
 - ▶ Control de cambios.
 - ▶ Modelado visual del software (UML).
 - ▶ Verificación de la calidad del software.

⁴ RUP

Fuente: Apuntes y diapositivas de clases dadas en la facultad de ingeniería de sistemas de la Escuela Politécnica Nacional, Materias de desarrollo de SW.

La metodología RUP, divide al desarrollo en 4 fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Cada una de éstas fases es desarrollada mediante varios ciclos de iteraciones, los cuales consisten en reproducir el ciclo de vida en cascada a menor escala. Estas fases están ordenadas de tal forma que van desde la visión del proyecto, la arquitectura, la capacidad operacional inicial hasta la obtención de un release. De esta forma se aplica el concepto de desarrollo iterativo, permitiéndonos de esta manera reducir riesgos y poder adaptarnos tempranamente a cambios de requerimientos sin afectar el proyecto.

La figura 1-1 incluye las fases mencionadas anteriormente, las cuales muestran que para producir una versión del producto en desarrollo se aplican todas las actividades de ingeniería pero con diferente énfasis; en las versiones preliminares, hay más énfasis en actividades de modelado del negocio, requisitos, análisis y diseño; conforme se producen versiones el énfasis pasa a las actividades de implementación, pruebas y despliegue.

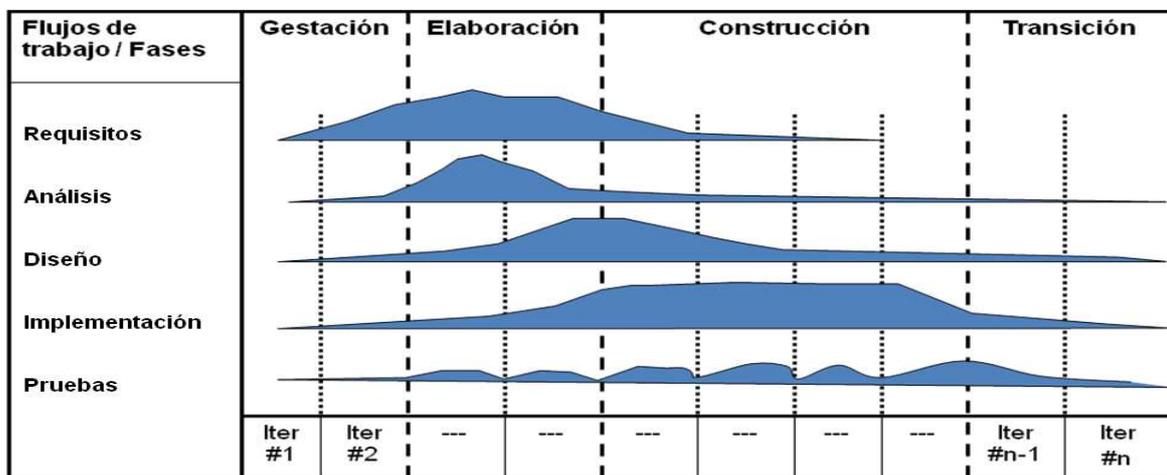


Figura 1 - 1 : Ciclo de Vida de RUP

Fuente: Apuntes y diapositivas de clases dadas en la facultad de Ingeniería de Sistemas de la Escuela Politécnica Nacional.

La figura 1-1 tiene dos dimensiones:

- ◆ El eje horizontal representa tiempo y muestra los aspectos del ciclo de vida del proceso. Esta primera dimensión ilustra el aspecto dinámico del

proceso expresado en términos de fases, de iteraciones, y de hitos (Desarrollo Iterativo e incremental).

- ◆ El eje vertical representa las disciplinas que agrupan lógicamente las actividades por su naturaleza. Esta segunda dimensión representa el aspecto constante del proceso (disciplinas, actividades, workflows, artefactos, y roles), como se puede apreciar en la figura 1-1 se puede agrupar los flujos de trabajo en: Flujos de trabajo del proceso; mediante los cuales se realizan las actividades concernientes a la ingeniería de software. Y Flujos de trabajo de Soporte; mediante los cuales se realizan las actividades concernientes a la gestión del proyecto.

El ciclo de vida de un proyecto se divide en mini proyectos = iteraciones, cada una compuesta por sus respectivos flujos de trabajo (requisito, análisis, diseño, implementación, prueba). Una iteración es un mini proyecto donde se tiene como resultado una versión interna. Está compuesto por flujos de trabajos: requisitos, análisis, etc.

Las Fases están divididas en N iteraciones.

Descripción de cada fase:

- ◆ **Inicio:** Hacer análisis del negocio y reducir los riesgos más importantes.
- ◆ **Elaboración:** Obtener línea base de la arquitectura, capturar requisitos, reducir demás riesgos.
- ◆ **Construcción:** Desarrollar el sistema entero. Ofrecer funcionalidad operativa a clientes.
- ◆ **Transición:** Tener el producto preparado para la entrega. Se enseña a usuarios a utilizar el software.

El proceso de desarrollo se divide en fases, obteniendo un producto al final de cada fase.

1.2.1.2.2 Microsoft Solution Framework (MSF)⁵

Esta es una metodología flexible e interrelacionada con una serie de conceptos, modelos y prácticas de uso, que controlan la planificación, el desarrollo y la gestión de proyectos tecnológicos. MSF se centra en los modelos de proceso y de equipo dejando en un segundo plano las elecciones tecnológicas.

El Modelo de Proceso de Desarrollo de MSF describe un ciclo de vida que puede ser usado para desarrollar software de manera exitosa, estableciendo el orden en el cual se deben realizar las actividades, éste modelo consiste en cinco fases distintas, cuyos nombres dependen del tipo del proyecto en el que se aplica. Cada fase del proceso de desarrollo culmina con un hito visible, tal como se describe a continuación: **Visión, Planeación, Desarrollo, Estabilización, Implantación.**

Además éste modelo provee un continuo control para las actividades del proyecto relacionadas con el diseño, a través del diseño conceptual, el diseño lógico y el diseño físico, de la aplicación que se está construyendo. Las fases y los documentos del diseño conceptual, lógico y físico, proveen tres perspectivas diferentes para cada una de las tres audiencias: los usuarios, el equipo y los desarrolladores.

Por lo tanto, el uso de éste modelo ayuda a garantizar que una aplicación no se desarrolle sólo para satisfacer una necesidad tecnológica sino también para cubrir las necesidades del negocio y de los usuarios.

⁵ MSF

Fuente: <http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/199911/art03/default.aspx> :2009



Figura 1 - 2 : Ciclo de vida de MSF
Fuente: Microsoft

Como se observa en la figura 1-2 las fases de MSF son:

- ◆ Previsión.
- ◆ Planeamiento.
- ◆ Desarrollo.
- ◆ Estabilización.
- ◆ Implementación.

MSF se compone de varios modelos encargados de planificar las diferentes partes implicadas en el desarrollo de un proyecto, los cuales son:

- ◆ **Modelo de Arquitectura del Proyecto:** Diseñado para acortar la planificación del ciclo de vida. Éste modelo define las pautas para construir proyectos empresariales a través del lanzamiento de versiones.
- ◆ **Modelo de Equipo:** Éste modelo ha sido diseñado para mejorar el rendimiento del equipo de desarrollo. Proporciona una estructura flexible para organizar los equipos de un proyecto. Puede ser escalado dependiendo del tamaño del proyecto y del equipo de personas disponibles.
- ◆ **Modelo de Proceso:** Diseñado para mejorar el control del proyecto, minimizando el riesgo, y aumentar la calidad acortando el tiempo de entrega. Proporciona una estructura de pautas a seguir en el ciclo de vida

del proyecto, describiendo las fases, las actividades, la liberación de versiones y explicando su relación con el Modelo de equipo.

- ◆ **Modelo de Gestión del Riesgo:** Diseñado para ayudar al equipo a identificar las prioridades, tomar las decisiones estratégicas correctas y controlar las emergencias que puedan surgir. Este modelo proporciona un entorno estructurado para la toma de decisiones y acciones valorando los riesgos que puedan provocar.
- ◆ **Modelo de Diseño del Proceso:** Diseñado para distinguir entre los objetivos empresariales y las necesidades del usuario. Proporciona un modelo centrado en el usuario para obtener un diseño eficiente y flexible a través de un enfoque iterativo. Las fases de diseño conceptual, lógico y físico proveen tres perspectivas diferentes para los tres tipos de roles: los usuarios, el equipo y los desarrolladores.
- ◆ **Modelo de Aplicación:** Diseñado para mejorar el desarrollo, el mantenimiento y el soporte, proporciona un modelo de tres niveles para diseñar y desarrollar aplicaciones software. Los servicios utilizados en éste modelo son escalables, y pueden ser usados en un sólo ordenador o incluso en varios servidores.

1.2.1.2.3 XP (Xtreme Programming)⁶

Esta metodología se basa en la idea de que existen cuatro variables que guían el desarrollo de sistemas: Costo, Tiempo, Calidad y Alcance. La manera de encarar los desarrollos avalados por éste modelo de desarrollo es permitir a las fuerzas externas (gerencia, clientes) manejar hasta tres de éstas variables, quedando el control de la restante en manos del equipo de desarrollo.

Éste modelo parte de la premisa de que los valores de corto plazo de los individuos generalmente colisionan con los objetivos sociales de mayor plazo. Las

⁶ Metodologías de desarrollo ligeras: XP Xtreme Programing

Fuente: <http://brconsulting.info/portal/articulos/metodologias-de-desarrollo/> -2008

sociedades han aprendido a lidiar con éste problema desarrollando sistemas de valores, protegidos por mitos, rituales, castigos y premios. Sin esos valores los humanos tienden a priorizar sus mejores intereses de corto plazo individuales. En el caso de XP estos valores son: **Comunicación, Simplicidad, Realimentación, Coraje**. Éste es un conjunto mínimo y consistente de valores que permitirán hacer la vida más fácil del grupo, la gerencia y los clientes.

De estos cuatro valores recién mencionados, XP deriva una **docena de Principios Básicos** para guiar el desarrollo de sistemas.

XP resuelve volver a lo básico, las cuatro actividades que guiarán el desarrollo serán: **Codificar, Testear, Atender y Diseñar**.

A continuación se mencionará las Doce Prácticas de XP que permiten realizar desarrollos de Alta Calidad, en Tiempo y Costo razonables:

- ◆ **Jugar el Juego de la Planificación:** Rápidamente determinar el alcance del próximo release, combinando las prioridades de negocios con los estimados técnicos. Cuando la realidad sobrepasa el Plan, adaptar el Plan.
- ◆ **Hacer Pequeños Releases:** Poner un sistema simple en producción rápidamente, entonces liberar nuevas versiones del mismo en un ciclo de desarrollo rápido, una por semana a una por mes. Cada ciclo no debería ser más largo.
- ◆ **Hacer Historias y Usar Metáforas:** Guiar todo el desarrollo del sistema a través de una Historia Compartida por el Equipo (o Metáfora) acerca de cómo trabaja (o debería trabajar) el Sistema.
- ◆ **Diseñar Simple:** El Sistema debería diseñarse de la manera más simple posible en cualquier momento dado. La complejidad extra es removida, tan pronto como es descubierta.
- ◆ **Probar - Testear:** Los Desarrolladores continuamente escriben Tésteos Unitarios, los cuales deben correr sin error para que el desarrollo pueda continuar. Cuando se detecta un error en una corrida, su reparación pasa a ser la máxima prioridad para el Programador y/o el Equipo. Los Clientes

(ayudados por Desarrolladores) escriben Tests Funcionales para probar qué funcionalidades están terminadas de acuerdo a sus expectativas.

- ◆ **Rearmar - Refactorizar:** Los Desarrolladores reestructuran el sistema sin cambiar su comportamiento para remover duplicación de código, mejorar la comunicación, simplificar el código, o agregar flexibilidad.
- ◆ **Programar por Pares:** Todo el código desarrollado es escrito por dos desarrolladores sentados frente a una única estación de trabajo.
- ◆ **Propiedad Colectiva:** Cualquier integrante del Equipo puede cambiar cualquier código de cualquier parte del sistema en cualquier momento.
- ◆ **Integrar Continuamente:** El sistema se integra y se construye (por ejemplo, se compila), es decir, se unen sus partes, varias veces por día, hasta el extremo de integrar el sistema completo, cada vez que se termina una tarea.
- ◆ **Semanas de 40 Horas:** Trabajar no más de cuarenta horas por semana como una regla estándar. Nunca trabajar sobre-tiempo dos semanas seguidas; si esto es necesario, hay problemas más grandes que hay que descubrir.
- ◆ **Cliente On-Site:** Es condición esencial la inclusión de al menos un Cliente real, como parte del Equipo. Debe estar disponible Full-Time para responder preguntas e interactuar con el resto del Equipo.
- ◆ **Usar Estándares de Codificación:** Los Desarrolladores escribirán todo el código de acuerdo a reglas predeterminadas que enfatizarán la comunicación a través del código. Estos estándares serán simples de seguir y se seguirán a rajatabla.

1.2.1.3 Justificación de la Metodología seleccionada.

Primero se empezará por definir que el desarrollo del presente proyecto se lo realizará bajo el paradigma de Orientación a Objetos, debido a que las herramientas de desarrollo actuales (y las que se van a utilizar en el desarrollo del presente proyecto) están enfocadas bajo dicho paradigma, además de la gran documentación existente, y por ser de mayor dominio por parte del autor del presente documento.

A continuación se realizará una comparación de las metodologías revisadas enfocándonos en el presente proyecto, analizando por cada una de éstas sus ventajas y desventaja.

1.2.1.3.1 Análisis comparativo de las metodologías revisadas.

A continuación se detallará varios criterios, enfocados en el presente proyecto, los cuales permitirán establecer diferencias, ventajas y bondades de entre las distintas metodologías escogidas, y en base a esto determinar cuál es la que más se adapta al presente proyecto.

- ◆ **Conocimiento de la metodología:** Como se había mencionado anteriormente, el presente proyecto no trata sobre un análisis profundo de metodologías de desarrollo, por lo que las metodologías de desarrollo mencionadas en éste documento son de dominio del autor del presente documento.

- ◆ **Modelamiento Visual:** Las técnicas de modelamiento visual ayudan a facilitar el desarrollo del software, actualmente se dispone del “lenguaje unificado de modelamiento (UML)”. Es por esto que para el presente proyecto es imprescindible que la metodología escogida se base en UML.

Las tres metodologías analizadas anteriormente utilizan UML. Tanto RUP como MSF tienen un alto uso de modelos UML con un mayor enfoque a la documentación, XP por lo contrario utiliza modelos UML con un enfoque orientado a la programación sin recaer en documentación excesiva.

- ◆ **Complejidad y Formalidad:** Tanto RUP como XP están basados en demasiada documentación para definir los requerimientos de análisis y diseño, en la cual no siempre son deseables todos los cambios que se realizan sobre el sistema durante el proceso de desarrollo. Especialmente RUP en la primera iteración donde se debe ajustar la

metodología a los objetivos del proyecto entendiendo el dominio y los riesgos.

Al contrario XP utiliza una mínima documentación enfocándose más en el desarrollo.

Unos de los procesos de desarrollo más utilizados es RUP, ya que es el que más se adapta a las necesidades de cada proyecto y ofrece una paleta de posibilidades, es decir encaja tanto dentro de los métodos ágiles como en los métodos pesados.

Cabe recalcar que RUP, define una gran cantidad de tareas y desarrollo de documentación, pero como se había mencionado antes, es un proceso adaptable a la naturaleza del proyecto, por lo que éste determinara las tareas y documentación a desarrollarse. Es una metodología conocida dentro del ámbito de desarrollo de software, lo que avala su madurez y confianza para el desarrollo.

- ◆ **Equipo de trabajo y tamaño del proyecto:** Tanto RUP como MSF están dirigidos a proyectos medianos y grandes, debido a que se necesita tiempo para el desarrollo y el proceso de documentación. El marco de procesos es válido para un rango amplio de tipos de proyectos y organizaciones.

MSF es escalable: puede organizar equipos tan pequeños entre 3 o 4 personas, así como también, proyectos que requieren 50 personas a más.

Para el desarrollo de software por medio de equipos pequeños como lo es en éste caso, RUP es muy grande pero no imposible de llevarlo a cabo.

En el caso de XP, está orientado a proyectos pequeños, y necesita de por lo menos 2 personas, debido a que se basa en el desarrollo en parejas. Para el caso del presente proyecto se puede usar XP pero no se cumpliría

con los principios en los que se basa esta metodología (el presente proyecto es desarrollado por una sola persona).

- ◆ **Desarrollo iterativo:** La ventaja de utilizar RUP, MSF o XP como metodología de desarrollo, es por que maneja un proceso de desarrollo iterativo que permite refinar los requerimientos en cada fase; de esta manera se tiene un software final que cumple los requerimientos que se proponen para el proyecto. Reduce el riesgo de los proyectos gracias a su modelo iterativo.
- ◆ **Comunicación con el Cliente:** XP mantiene en todo momento la comunicación con el cliente sobre los requerimientos y es él quien decide qué y qué no se hace. Maneja una situación realista del estado de la organización.

RUP y MSF mantienen una comunicación con el cliente en las primeras fases, especialmente en el levantamiento de requerimientos.

Para el presente proyecto no se requiere una constante comunicación con el cliente, debido a que es un proyecto de investigación más que un desarrollo fijo para un cliente, motivo por el cual XP no sería idóneo para el presente proyecto, ya que como se mencionó anteriormente no se estaría cumpliendo con los principios en los que se basa esta metodología.

1.2.1.3.2 Justificación de la metodología a usarse para el proyecto.

A continuación se procederá a escoger la metodología que será usada durante el desarrollo del presente proyecto para lo que se utilizará una tabla comparativa, la cual permitirá realizar la elección.

Primero se empezará por definir los criterios que se tomarán en cuenta y por cada uno de estos se asignará un peso determinado, en función de los cuales, la metodología con mayor peso será la elegida.

Los criterios son:

- ◆ Conocimiento de la metodología.
- ◆ Modelamiento Visual.
- ◆ Complejidad y formalidad.
- ◆ Equipo de trabajo y tamaño del proyecto.
- ◆ Desarrollo iterativo.
- ◆ Comunicación con el cliente.

A continuación en la tabla 1 - 2 se tiene los siguientes resultados.

CRITERIOS	PESO	RUP	MSF	XP
Conocimiento de la metodología	30	30	20	20
Modelamiento Visual	20	20	20	10
Complejidad y formalidad	20	15	15	20
Equipo de trabajo y tamaño del proyecto	10	10	8	5
Desarrollo iterativo.	10	10	10	9
Comunicación con el cliente	10	8	8	5
TOTAL (%)	100	93	81	69

Tabla 1 - 2: Tabla Comparativa para la elección de la Metodología de Desarrollo.
Elaborado por: El Autor.

Por el análisis realizado anteriormente se determina a RUP como la metodología para el desarrollo del presente proyecto.

1.2.2 ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO.

Para la elección de la herramienta de desarrollo a usarse se partirá primero por determinar lo que se va a desarrollar, a continuación se detalla los objetivos a desarrollarse en el presente proyecto:

- ◆ Desarrollo de un aplicativo para dispositivos móviles, para los procesos de Toma de Lecturas y Facturación de Consumos, para Empresas de Agua Potable.
- ◆ Interconexión de la aplicación móvil desarrollada con sistemas E – Business, a través de Internet (utilizando redes públicas de datos).

Las herramientas de desarrollo a escogerse deben permitir cumplir con los objetivos descritos anteriormente. A continuación por cada objetivo a desarrollarse se listará las tecnologías que permiten hacerlo. Cabe señalar que lo que se describirá a continuación será una breve descripción ya que será visto con mayor profundidad en el siguiente capítulo como parte del análisis de interconexión de tecnologías E – Business y móviles.

Para el desarrollo de aplicaciones móviles, a la fecha, se puede disponer de las siguientes plataformas de desarrollo para PDA: Pocket PC/Palm y Smartphones.

- ◆ Java 2 Micro Edition.
- ◆ .Net (Compact Framework).

Para la realización de la interconexión entre la aplicación móvil y el sistema E - Business a través de Internet se tiene dos opciones:

- ◆ Interconexión a través de accesos vía browser (accesos WAP).
- ◆ Interconexión a través de componentes basados en servicios Web.

De igual manera para poder realizar la interconexión se dispone de las siguientes plataformas de desarrollo, las cuales permiten desarrollar las opciones de interconexión citadas anteriormente:

- ◆ J2EE (WAP Y Servicios Web).
- ◆ .Net(WAP Y Servicios Web).

Otro de los factores a tomarse en cuenta para la elección de la herramienta de desarrollo a usarse, a más de los citados primeramente, es el dominio de dicha herramienta y el soporte brindado por esta, por lo que para el desarrollo del presente proyecto se ha escogido usar la plataforma de desarrollo de .Net, tanto para el desarrollo de la aplicación móvil, como así también para realizar la interconexión entre la aplicación móvil y un sistema E - Business.

CAPITULO II.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS E-BUSSINESS Y MÓVILES PARA PROCESOS COMERCIALES DE EMPRESAS DE AGUA POTABLE.

2.1 ANÁLISIS DE INTERCONEXIÓN DE TECNOLOGÍAS E-BUSSINESS Y MÓVILES.

Actualmente el hardware de PDA (Personal Digital Assistant o comúnmente conocidos como computadores de mano) y de teléfonos móviles inteligentes está llegando a una etapa de madurez en su desarrollo. El aumento de ventas ha permitido que los precios disminuyan y actualmente estos dispositivos se pueden obtener a precios muy competitivos con prestaciones muy altas.

Por otra parte, la evolución de las redes 3G (GSM - UMTS, CDMA2000 - 1xEVDO), así como los estándares Bluetooth, WiMax y Wifi, permiten que estos dispositivos estén realmente conectados con los sistemas de información de las organizaciones. Los antiguos sistemas de aplicaciones móviles basados en hardware industrial (Simbol / Symbian) de alto costo están empezando a ser desplazados por sistemas desarrollados sobre estándares abiertos de propósito general (PalmOS / PocketPC-Windows Mobile).

Sólo resta escoger la tecnología adecuada acorde a las necesidades de la empresa, por lo que, es necesario conocer lo más reciente de las tendencias de la tecnología inalámbrica y el desarrollo de aplicaciones móviles en línea.

Durante éste subcapítulo se analizará brevemente las diferentes tecnologías inalámbricas y móviles, las herramientas de desarrollo disponibles para la generación de aplicaciones móviles, y las tecnologías disponibles en el país (orientándonos especialmente a los servicios ofrecidos por las actuales operadoras celulares), lo suficiente para tener el criterio para determinar la

factibilidad de interconexión de tecnologías E-Business y móviles, enfocándonos en la realidad socio - económica del país (parte que será analizada posteriormente, previo al análisis de los procesos empresariales correspondientes al alcance del presente proyecto).

2.1.1 REDES INALÁMBRICAS.

Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un sólo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos, o incluso fuera de éstas, a continuación se analizará como están clasificadas:

2.1.1.1 Clasificación.

Por lo general, no hay una sola clasificación aceptada en la que se ajusten todas las redes de computadoras, un criterio alternativo para la clasificación de las redes es su alcance. Un factor que se debe tener en cuenta, en comparación con las redes cableadas, es la velocidad de transmisión, es decir las redes cableadas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con las redes inalámbricas. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores.

A continuación se clasifica las redes inalámbricas en base al alcance de éstas:

- ◆ **WPAN (Wireless Personal Area Network):** Permiten a los usuarios establecer comunicaciones inalámbricas ad hoc para dispositivos (como PDA, teléfonos celulares y equipos portátiles) que se utilizan dentro de un espacio operativo personal hasta una distancia de 10 metros. Actualmente, las dos tecnologías WPAN principales son Bluetooth y la luz infrarroja.
- ◆ **WLAN (Wireless Local Area Network):** Son redes de datos usadas para la comunicación entre computadoras y estaciones de trabajo, con un alcance en el orden de varios metros hasta pocos kilómetros es decir cubre áreas pequeñas como casas, oficinas o campus pequeños, la red más usada actualmente es el WiFi.

- ◆ **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network):** Son redes de datos que pueden cubrir varios kilómetros, típicamente un gran campus o una ciudad. La tecnología WiMax puede ser considerada como una red inalámbrica WMAN.
- ◆ **WWAN (Wireless Wide Area Network):** Son redes de datos que cubren grandes áreas geográficas, tan grandes como un país completo o incluso todo el planeta. WAN está basado en la conexión de varias LAN, permitiendo a usuarios de una localidad comunicarse con usuarios en otra localidad. La red WAN más representativa y usada es el Internet. Dentro de las redes inalámbricas WAN se tiene las redes 3G (redes celulares de tercera generación).

En la figura 2-1 se visualiza la clasificación antes mencionada:

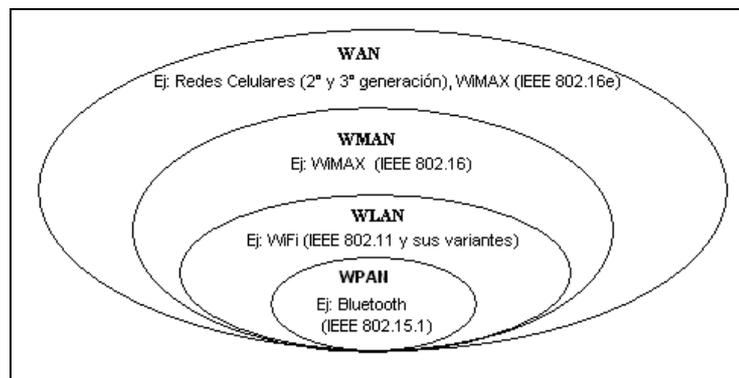


Figura 2 - 1: Categorías de redes inalámbricas, conjuntamente con la tecnología más representativa

Fuente: LOUTFI Nuaymi, "WiMAX-Technology for Broadband Wireless Access", John Wiley & Sons Ltd, 2007

Modificado por: El Autor

Como vimos anteriormente se puede clasificar las redes en base al alcance de éstas, de manera general se puede clasificarlas en dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

- ◆ **De Larga Distancia:** Éstas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países

circunvecinos (Dentro de esta categoría se puede incluir las redes MAN Y WAN, antes revisadas).

- ♦ **De Corta Distancia:** Éstas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre sí (Dentro de esta categoría se puede incluir las redes WLAN Y PAN, antes revisadas).

Cada tecnología inalámbrica esta normada bajo el estándar IEEE 802.

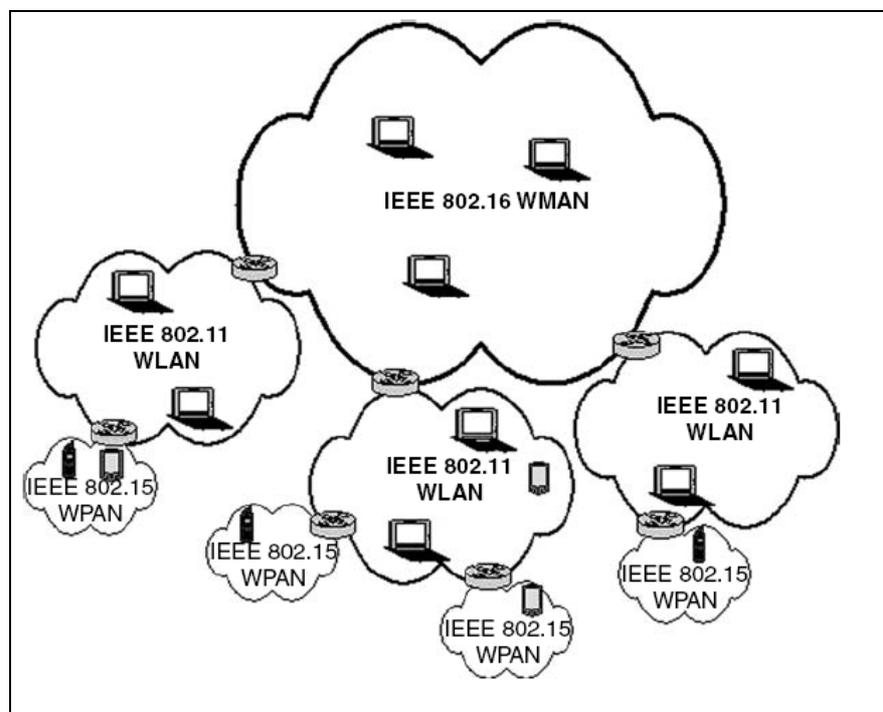


Figura 2 - 2: Interconexión entre redes Inalámbricas
Fuente: SYED Ahson, "WiMax Standards and Security", CRC Press, 2008

2.1.1.2 Tecnologías Inalámbricas.

A continuación se revisará las distintas tecnologías usadas por cada tipo de red inalámbrica visto anteriormente.

2.1.1.2.1 Luz Infrarroja.

Las primeras tecnologías inalámbricas para la conexión entre equipos de cómputo utilizaban ondas de luz que comúnmente se le conoce como Luz Infrarroja. La

verdad es que IEEE 802.11 no ha desarrollado todavía en profundidad esta área, el organismo que ha estado desarrollando estándares para conexiones basadas en infrarrojos es el IrDA(Infrared Data Association) que está promoviendo el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces por infrarrojos, aunque también es usado con mayor frecuencia en redes WPAN.

La característica primordial de la tecnología infrarroja es el uso de una onda de luz para transmitir datos. Estas transmisiones viajan en una sola dirección, ya sea mediante una línea de visibilidad directa o al reflejarse en una superficie. Las ondas de luz ofrecen un alto nivel de seguridad debido a su naturaleza no difusa.

Una transmisión infrarroja requiere de una línea visual directa entre los aparatos que están realizando la transmisión con una velocidad de 1 hasta 10 Mbps. Opera en una distancia de 0 a 1 metro.

2.1.1.2.2 Bluetooth (IEEE 802.15.1).

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia segura y globalmente libre, opera en la banda de 2,4 GHz con una velocidad de hasta 3 Mbps, está basado en el estándar IEEE 802.15.1.

Bluetooth se denomina al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura baja.

Gracias a éste protocolo, los dispositivos que lo implementan pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen por qué estar alineados(a diferencia de la luz infrarroja), pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión lo permite. Tiene un alcance de 10 metros aproximadamente.

2.1.1.2.3 Wi-Fi(IEEE 802.11).

Wi-fi es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN), opera en la banda de 2.4 GHz y en la banda de 5 GHz, está basado en el estándar IEEE 802.11. El término no tiene un significado en sí, simplemente es un nombre comercial.

Existen diversos tipos de Wi-Fi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11. Son los siguientes:

- ◆ Los estándares IEEE 802.11b e IEEE 802.11g disfrutan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps y 54 Mbps, respectivamente.
- ◆ También se maneja el estándar IEEE 802.11a, conocido como WI-FI 5, que opera en la banda de 5 GHz.

La norma IEEE 802.11 fue diseñada para sustituir el equivalente a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (Ethernet). Esto quiere decir que en lo único que se diferencia una red Wi-Fi de una red Ethernet es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos; el resto es idéntico. Por tanto, una red local inalámbrica 802.11 es completamente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) de cable 802.3 (Ethernet).

Wi-Fi soporta un radio de 100mts al aire libre sin interferencias externas. Estando dentro de una casa funciona entre 30 y 50mts siempre y cuando no haya mucho metal.

2.1.1.2.4 WiMAX (IEEE 802.16).

WiMax (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access, "Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas") es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Metropolitana (WMAN), está basado en el estándar IEEE 802.16, que proporciona accesos concurrentes en áreas de

hasta 50-60 Km. de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología que no requiere visión directa con las estaciones base, disponible con criterios para voz como para video; y tecnología IP extremo a extremo. Además, dependiendo del ancho de banda del canal utilizado, una estación base puede soportar miles de usuarios, netamente superior al WLAN. Éste nuevo estándar es compatible con otros anteriores, como el de Wi-Fi (IEEE 802.11).

El estándar IEEE 802.16 con revisiones específicas se ocupa de dos modelos de uso:

- ◆ **Fijo (802.16-2004):** Es diseñado para acceso fijo, usa una antena que se coloca en un lugar estratégico del suscriptor. La antena se ubica generalmente en el techo de una habitación o en un mástil, es parecida a una antena de televisión vía satélite.
- ◆ **Móvil (802.16e):** Apunta al mercado móvil añadiendo portabilidad y capacidad para clientes móviles con IEEE.

En comparación con WIFI es sin duda alguna mucho más seguro. Ofrece servicios a zonas rurales de difícil acceso.

2.1.1.2.5 Redes móviles.

La tecnología celular ha evolucionado desde la tecnología análoga de primera generación a las redes digitales actuales, originalmente las redes celulares fueron diseñadas para proveer servicio de voz, pero hoy en día permiten transmisión de datos para satisfacer servicios como e-mail, mensajes de texto y navegación en Internet.

La 1ra y 2da generación de sistemas de comunicación móvil tuvieron como objetivo primordial dar soporte a comunicaciones de voz, aunque pueden ser usadas para transmitir datos a baja velocidad. A partir de la tercera generación, los sistemas de comunicación móvil no sólo transmiten voz, también datos e imágenes en movimiento.

Las redes 3G son las redes inalámbricas de mayor alcance, así como las más utilizadas hoy día en la infraestructura de telefonía móvil. Los servicios de la telefonía móvil basados en las diversas tecnologías 3G mejoran significativamente las comunicaciones WWAN.

2.1.2 TECNOLOGÍA MÓVIL CELULAR.

Hoy en día el teléfono móvil, permite la comunicación de señales de voz digitalizadas, se sirve de Internet para conectarnos con cualquier red pública o privada y tiene la capacidad para almacenar toda la información personal que se pueda necesitar. Es de gran utilidad para implantar soluciones de movilidad en las empresas.

A continuación se analizará las distintas tecnologías móviles celulares y de esta manera con un mejor criterio determinar cuál es útil para realizar una interconexión entre tecnologías E – Business y móviles.

2.1.2.1 Tecnologías de acceso celular (Multiplexación).

El principal recurso del sistema de telefonía celular es el canal de comunicación, el cual es asignado temporalmente al usuario del sistema.

Éste concepto se refiere a las técnicas empleadas para compartir entre múltiples usuarios el limitado espectro radioeléctrico que una licencia concede a un operador.

En un sistema de telefonía celular existen tres tecnologías comúnmente usadas:

- ◆ **FDMA:** Acceso múltiple por división de frecuencia.
- ◆ **TDMA:** Acceso múltiple por división de tiempo.
- ◆ **CDMA:** Acceso múltiple por división de código.

La diferencia primordial yace en el método de acceso, el cual varía entre:

- ◆ Frecuencia, utilizada en la tecnología FDMA.
- ◆ Tiempo, utilizado en la tecnología TDMA.
- ◆ Códigos únicos, que se proveen a cada llamada en la tecnología CDMA.

A continuación se detallará, sin entrar en complicados detalles técnicos, cómo funciona cada una de las tres tecnologías comunes.

2.1.2.1.1 Tecnología FDMA.

Separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos (frecuencias) uniformes. La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, aún cuando es capaz de llevar información digital.

FDMA posee las siguientes características:

- ◆ La primera implementación fue 1970.
- ◆ Divide el canal de comunicación.
- ◆ El canal es usado por el usuario hasta que acabe la comunicación.

2.1.2.1.2 Tecnología TDMA.

Comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales, sólo se logro triplicar el número de usuarios con respecto a FDMA.

TDMA posee las siguientes características:

- ◆ Corresponde a la especificación IS54 (TIA).
- ◆ Se segmenta en el tiempo, permitiendo varios usuarios por un mismo canal.
- ◆ FDMA Y TDMA poseen limitado ancho de banda.
- ◆ Tarde o temprano se satura el sistema.

2.1.2.1.3 Tecnología CDMA.

Es diferente a la tecnología TDMA. La CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal, y cada una tiene un código de secuencia único. No segmenta (Frecuencia/Tiempos).

Es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que éstas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

En teoría, las tecnologías TDMA y CDMA deben de ser transparentes entre sí (no debe interferirse o degradar la calidad), sin embargo en la práctica se presentan algunos problemas menores, como diferencias en el volumen y calidad, entre ambas tecnologías.

CDMA posee las siguientes características:

- ◆ Estándar IS-95 (TIA).
- ◆ Detecta tiempos muertos de transmisión.
- ◆ Sólo transmite cuando se habla.

2.1.2.2 Generación de telefonía celular⁷.

Se conoce como generación de telefonía celular a los cambios o avances sufridos en las tecnologías de acceso al canal de comunicación anteriormente vistos, permitiendo mejoras en los servicios ya sean comunicación o transmisión de datos.

La generación analógica que soportó durante mucho tiempo la telefonía celular ha dado paso a la generación digital. En el ámbito de las comunicaciones móviles, éstas han atravesado por varias generaciones hasta ofrecernos los servicios de transmisión de datos hoy ofertados (de los cuales se hará uso en el desarrollo del presente proyecto).

A continuación se realizará una breve descripción de las generaciones que han atravesado las redes celulares, luego se revisará las tecnologías desarrolladas en cada generación de telefonía celular y de esta manera analizar y determinar la factibilidad de la interconexión de tecnologías E – Business y móviles a través de los servicios de transmisión de datos que la tecnología celular ofrece actualmente.

2.1.2.2.1 Redes 1G⁸.

En la primera generación de telefonía móvil celular se adoptó la técnica de acceso FDMA/FDD (Frequency Division Multiple Access. / Frecuencia Division Duplex), la cual utilizaba el Acceso Múltiple por División de Frecuencia.

Sólo servicio de voz se podía prestar con las tecnologías de primera generación, con lo que los servicios actuales basados en Internet eran imposibles ofrecer.

⁷ Generación de telefonía celular:

Fuente: <http://www.monografias.com/Tecnologia/telefonía-celular.shtml#SEG> 2009

⁸ Redes 1G,2G,3G

Fuente: SYED Ahson, "WiMax Standards and Security", CRC Press, 2008

Las redes de primera generación poseen las siguientes características:

- ◆ Completamente analógica.
- ◆ Se usa sólo para transmisión de voz.
- ◆ Existe altas interferencias.
- ◆ Comunicaciones inseguras, se pueden sintonizar las frecuencias.
- ◆ Usurpación de frecuencias, cargar llamadas a terceros.

2.1.2.2.2 Redes 2G.

En 1982, se puso en marcha un grupo de trabajo, llamado Groupe Special Mobile (GSM), encargado de especificar un sistema de comunicaciones móviles, común para Europa en la banda de 900 MHz. (definido por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación ETSI). El GSM comenzó como una norma europea para unificar sistemas móviles digitales y fue diseñado para sustituir a más de diez sistemas analógicos en uso y que en la mayoría de los casos eran incompatibles entre sí. Éste estándar utiliza el método de acceso Time Division Multiple Access (TDMA).

Conforme se desarrolló, GSM mantuvo el acrónimo, aunque en la actualidad significa: Global System for Mobile communications.

En Norteamérica a principios de la década de los 90, aparece un nuevo estándar el cual utiliza el método de acceso CDMA (Code Division Multiple Access). Éste estándar se lo denominó CDMAOne, y fue una tecnología desarrollada por Qualcomm. CDMAOne se basan en el estándar IS-95, el cual soporta dos tipos de tasas de transferencias de datos; Una tasa de datos de 9.6 Kbps, en el que el tráfico puede soportar 1.2 Kbps, 2.4 Kbps, 4.8 Kbps, y 9.6 Kbps. Y una tasa de datos de 14.4 Kbps, en el que el tráfico puede soportar 1.8 Kbps, 3.6 Kbps, 7.2 Kbps, y 14.4 Kbps.

Las redes de segunda generación poseen las siguientes características:

- ◆ Comunicación Digital.
- ◆ Utilizan los métodos de acceso TDMA, CDMA.
- ◆ En Europa se crea GSM y en Norteamérica CDMAOne.
- ◆ Transmisión de mensajes alfanuméricos hasta 160 caracteres alfanuméricos desde un teléfono móvil.
- ◆ Soporte para datos y aplicaciones de Internet limitado.

2.1.2.2.3 Redes 2.5 G.

Esta generación fue una mejora a la 2G y se preveía lo que podía contener la 3G, como la conmutación de datos en paquetes.

La ITU (International Telecommunication Union, subgrupo de la IMT 2000(International Mobile Communication) no reconoce oficialmente términos tales como “2.5G,” “3.5G” y “4G,” ya que no son términos bien definidos dentro del cuerpo. En cambio, diversas organizaciones usan estos términos como herramientas de marketing al tratar de segregar varios avances para una tecnología dada. Ejemplos de ellos incluyen a GPRS (“2.5G”), HSDPA (“3.5G”) y WiMAX (“4G”).

Las redes basadas en GSM evolucionaron a las redes GPRS (General Packet Radio Service).

Las redes basadas en CDMAOne evolucionaron a las redes CDMA 2000 1x.

Las redes 2.5G poseen las siguientes características:

- ◆ Facilitan los servicios de transmisión de datos de las redes 2G, como el acceso a Internet, correo y video conferencias.
- ◆ Transmisión de mensajes multimedia.

2.1.2.2.4 Redes 3G.

En mediados de los 90 la IMT 2000(International Mobile Communication), un subgrupo de la ITU (International Telecommunication Union), publican un conjunto de requerimientos de desempeño de las redes 3G.

Una tasa minima de 144 Kbps en ambiente vehicular.

Una tasa minima de 384 Kbps en ambiente peatonal o urbano.

Una tasa minima de 2 Mbps en interiores o de manera estacionaria.

La tecnología 3G ofrece una mejor calidad y fiabilidad, mayor velocidad de transmisión de datos y un ancho de banda superior (que incluye la posibilidad de ejecutar aplicaciones multimedia).

Para la generación 3G se desarrollaron las tecnologías; UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) usando CDMA (Acceso Multiple por División de Código) de banda ancha, éste sistema proporciona la transmisión de datos en paquetes y por circuitos de conmutación de alta velocidad, es decir, de hasta 2 Mbps.

La otra tecnología fue la CDMA 2000 1xEV-DO, que ofrece servicios totales de voz y datos y es compatible con CDMA y CDMA 2000 1x y su transferencia fue de hasta 3.1 Mbps.

Las redes de tercera generación poseen las siguientes características:

- ◆ Internet Móvil.
- ◆ Transmisión de voz, datos y video.
- ◆ Videoconferencia.
- ◆ Descarga de programas.
- ◆ Basado en paquetes IP.

2.1.2.2.5 Redes 4G.

Las nuevas tecnologías que se están desarrollando sobre telefonía celular, es la denominada cuarta generación, la cual proveerá no sólo mayor velocidad de transmisión, sino que incorporará otras características esenciales, esta generación utilizara el protocolo TCP/IP, pero para esta generación se estará utilizando la versión 6 (IPv6), el cual en comparación con el protocolo IPv4 presenta mejoras notables, entre ellas la movilidad, direccionamiento y la seguridad. Debido a esto, la IETF (Internet Engineering Task Force) ha empezado a definir el Protocolo Mobile IP.

Otra característica esencial que presentará esta tecnología es que con el protocolo TCP/IP no le va a interesar con que radiofrecuencia hace el enlace físico, es decir, en Estados Unidos lo realizará por medio de WiMAX (OFDM - Modulación por División Ortogonal de Frecuencia -) en Japón lo hará por medio de VSF-Spread OFDM y en Europa se espera el Flash-OFDM.

Con la tecnología que ha sido presentada, se espera que incluso las llamadas telefónicas no tengan costo alguno y la renta de los celulares sea como actualmente se ha estado haciendo con Internet, es decir con una renta mensual dependiendo del ancho de banda que se desee.

2.1.2.3 Evolución a los sistemas celulares 3G: GSM vs. CDMA2000.

Lo que marca el hito para esta evolución es el inmenso crecimiento del ancho de banda que proporcionarán las conexiones inalámbricas.

Hasta el momento cada compañía tiene su propuesta de tercera generación. GSM, representa la visión europea; CDMA, es la propuesta norteamericana.

A la fecha la tecnología CDMA desarrollo como 1xEVDO (3G) y GSM (2G) como UMTS-WCDMA (3G).

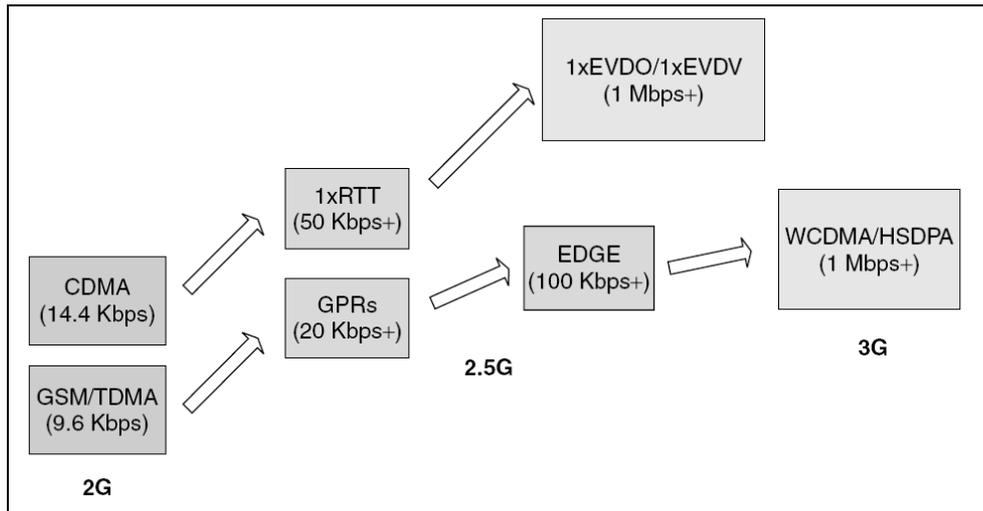


Figura 2 - 3: Evolución de las tecnologías móviles GSM y CDMA
Fuente: SYED Ahson, "WiMax Standards and Security", CRC Press, 2008

2.1.2.3.1 Evolución de las redes CDMA2000.

El camino migratorio de CDMA2000 maximiza el rendimiento al tiempo que minimiza los costos mediante un camino evolutivo basado en la retro compatibilidad (compatibles con las redes bajo el estándar IS-95).

Las redes basadas en CDMA han evolucionado a redes de transmisión de datos de alta velocidad las más importantes son:⁹

CDMA ONE IS-95

El primer estándar CDMA para redes móviles es conocido como Interim Standard 95A (IS-95A), y se lo considera tecnología de **2G**. El estándar IS-95A fue completado en 1993 y sirvió como tecnología inalámbrica digital que reemplazó a los sistemas análogos. IS-95B, que es un ascenso de IS-95A.

⁹ 3G Evolution White Paper

Fuente: http://www.cdg.org/resources/white_papers.asp - 2008

CDMAOne presenta tasas de transferencia de datos de hasta 14.4 Kbps para el estándar IS-95^a y 115 Kbps para el estándar IS-95b.

CDMA2000 1X.

1X es la tecnología que sigue a IS-95. El término 1X es una abreviatura de 1xRTT (1x Radio Transmission Technology), y es una reserva del período en que se consideraba que 3xRTT estaba dentro de la comunidad CDMA2000.

Un concepto falso común es que 1X no es un estándar 3G, al ser calificado algunas veces con el sobrenombre “**2.5G**” por parte de diversas entidades al referirse al estándar. La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), sin embargo, explícitamente reconoció a 1X como una tecnología 3G en noviembre de 1999.

1xRTT casi duplica la capacidad de voz sobre las redes IS-95 y aunque es capaz de soportar altas velocidades de datos, la mayoría de desarrollos están limitados a una velocidad pico de 144 Kbps.

CDMA2000 1xEV-DO.

Los operadores que han adoptado el camino evolucionista de CDMA2000 ahora están en el proceso de desplegar, o ya han desplegado, EV-DO (Evolution – Data Optimized- Evolución – Datos Optimizados). Como el nombre sugiere, EV-DO es una tecnología centrada en los datos que les permite a los operadores aprovechar las características del rendimiento de la tecnología para ofrecer servicios avanzados de datos. Como 1X, EV-DO es una tecnología **3G** reconocida por la UIT, y el estándar (CDMA2000 High Rate Packet Data Air Interface-Interfaz Aérea de Paquetes de Datos a Alta Velocidad, IS-856) fue aprobado en agosto de 2001.

2.1.2.3.2 Evolución de las redes GSM.

Las redes basadas en GSM han evolucionado a redes de transmisión de datos de alta velocidad las más importantes son:

GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS es la sigla de General Packet Radio Services (servicios generales de paquetes por radio). A menudo se describe como "**2,5 G**", es decir, una tecnología entre la segunda (2G) y la tercera (3G) generación de tecnología móvil digital. Se transmite a través de redes de telefonía móvil y envía datos a una velocidad de hasta 114 Kbps.

El usuario puede utilizar el teléfono móvil y el ordenador de bolsillo para navegar por Internet, enviar y recibir correo, y descargar datos y soportes. Permite realizar videoconferencias con sus colegas y utilizar mensajes instantáneos para charlar con sus familiares y amigos, esté donde esté. Además, puede emplearse como conexión para el ordenador portátil u otros dispositivos móviles.

GPRS es evolución de GSM orientado a paquetes.

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution).

También conocida como EGPRS (Enhanced GPRS). Es una tecnología de la telefonía móvil celular, que actúa como puente entre las redes 2G y 3G. EDGE se considera una evolución del GPRS (General Packet Radio Service). Esta tecnología funciona con redes GSM.

EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión de 384 Kbps en modo de paquetes, con lo cual cumple los requisitos de la ITU para una red 3G, también ha sido aceptado por la ITU como parte de IMT-2000, de la familia de estándares 3G. También mejora el modo de circuitos de datos llamado HSCSD, aumentando el

ancho de banda para el servicio. EDGE fue estrenado en las redes GSM de Estados Unidos en el año 2003.

Aunque la tecnología UMTS es de mayor capacidad de transferencia, y cronológicamente más reciente, sus altos costos de implementación, y poco apoyo, hacen que una buena cantidad de operadores de telefonía móvil celular tengan implementada la tecnología EDGE, dominando el mercado global de las comunicaciones GSM/GPRS.

En la figura 2-4 se visualiza la evolución de las redes celulares.

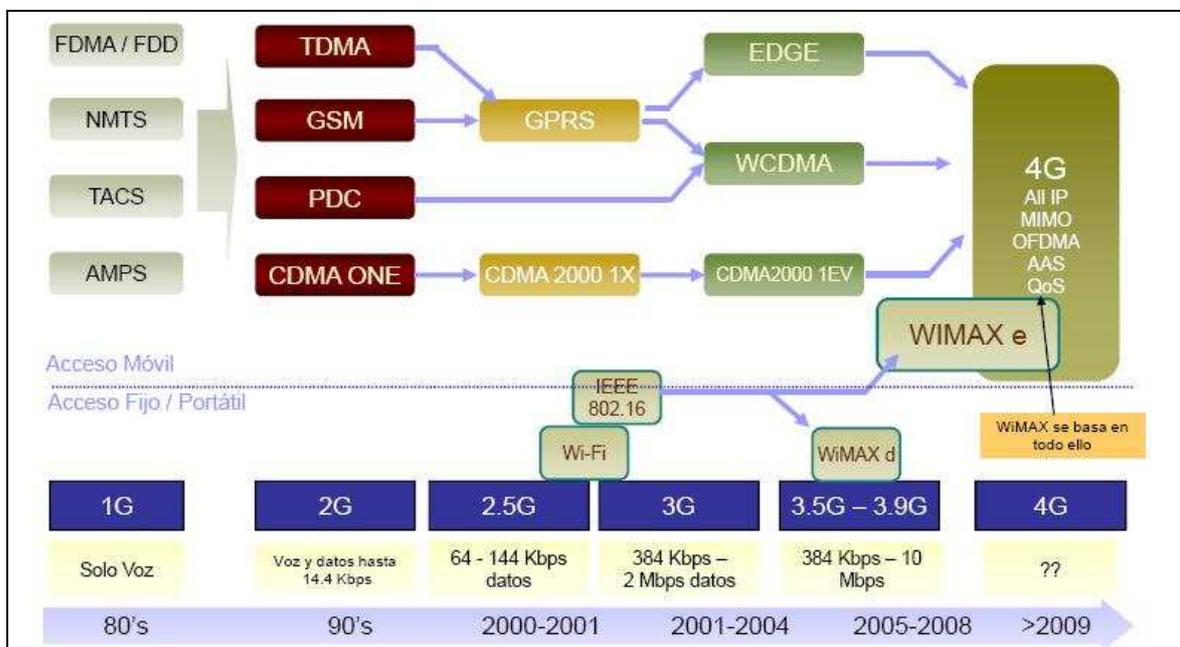


Figura 2 - 4: Evolución redes celulares
Fuente: IEEE 2009

2.1.2.4 Operadoras celulares del país.

A la presente fecha, al desarrollar el presente documento, en Ecuador se dispone de tres operadoras que brindan el servicio de telefonía celular, las cuales son:

- ◆ OTECEL S.A. (MoviStar).
- ◆ CONECEL S.A. (Porta).
- ◆ TELECSA S.A. (Alegro PCS).

ALEGRO dispone de dos redes: en la tecnología CDMA y GSM. MOVISTAR posee dos redes: en CDMA y en GSM (Telefónica Móviles, dueña de Movistar, a nivel mundial es mayoritariamente GSM) y, PORTA mantiene una sola red GSM, fue la primera en introducir esta tecnología en el país.

Cabe aclarar, que a la presente fecha, la red GSM ofertada por ALEGRO es alquilada a MOVISTAR.

A continuación en la tabla 2-1 se describirá el tipo de tecnología usada por cada operadora celular, así como las tendencias de cada una¹⁰:

OPERADORA	TECNOLOGÍA	TENDENCIAS
Movistar	CDMA	CDMA 1x
	GSM	GPRS – EDGE – UMTS
Porta	GSM	GPRS – EDGE – UMTS
Alegro PCS	CDMA	CDMA 1x – CDMA 1x EvDo – CDMA 1x EvDv
	GSM (Alquilada de MOVISTAR)	WCDMA – UMTS

Tabla 2 - 1: Operadoras celulares del país.
Elaborado por: El Autor

2.1.3 DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles son aparatos de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento.

Los dispositivos móviles se pueden clasificar en base a su capacidad de procesamiento de la siguiente manera:

- ◆ **Dispositivo Móvil de Datos Limitados** (Limited Data Mobile Device): Son dispositivos que tienen una pantalla pequeña, principalmente basada en pantalla de tipo texto con servicios de datos generalmente limitados a SMS

¹⁰ Tomado de apuntes obtenidos en clases recibidas en la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Materia Dispositivos Móviles

y acceso WAP. Un típico ejemplo de éste tipo de dispositivos son los teléfonos móviles o celulares.

- ◆ **Dispositivo Móvil de Datos Básicos** (Basic Data Mobile Device): Son dispositivos que tienen una pantalla de mediano tamaño, menú o navegación basada en íconos por medio de una "rueda" o cursor, y que ofrecen acceso a e-mails, lista de direcciones, SMS, y un navegador Web básico. Un típico ejemplo de éste tipo de dispositivos son los BlackBerry y los Teléfonos Inteligentes.
- ◆ **Dispositivo Móvil de Datos Mejorados** (Enhanced Data Mobile Device): Son dispositivos que tienen pantallas de medianas a grandes, navegación basado en pantalla táctil, y que ofrecen las mismas características que el "Dispositivo Móvil de Datos Básicos", pero con mayor capacidad de procesamiento lo que permite ejecutar aplicaciones tales como procesadores de texto, hojas de cálculo, navegadores Web y aplicaciones corporativas usuales, en versión móvil. Dichos dispositivos son comúnmente llamados computadores de mano o PDA.

2.1.3.1 PDA (Palm – Windows Mobile).

Del inglés Personal Digital Assistant (Asistente Digital Personal), los PDA son computadores de mano originalmente diseñada como agenda electrónica (calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios).

Actualmente, un PDA típico tiene una *pantalla táctil* para ingresar información, un slot de memoria para almacenarla y al menos *Infrarrojo, Bluetooth o WiFi*. El software requerido por un PDA incluye por lo general un calendario, un directorio de contactos y algún programa para agregar notas. Algunos PDAs también contienen soporte para navegar por la red y para revisar el correo electrónico.

Existen distintos sistemas operativos para estos dispositivos, los cuales se citará a continuación:

- ◆ **Palm OS:** Desarrollado por la empresa Palm para el mercado de dispositivos móviles o PDA. Éstas PDAs son a veces llamadas Palm o Palm Pilot, lo cual constituye un caso de una marca registrada que se transforma en el nombre genérico del producto.
- ◆ **Windows Mobile:** Desarrollado por la empresa Microsoft. Generalmente a los dispositivos móviles con sistema Windows Mobile se los denomina **Pocket PC**.

Por lo general, estos dispositivos son utilizados de manera ejecutiva, sin embargo también son aplicados en las siguientes áreas:

- ◆ **Usos en Automóviles:** Muchos PDAs son usados en carros para poder usar GPS, y es por esto que cada vez es más común encontrarlos por defecto en muchos carros nuevos.
- ◆ **Usos médicos:** En la medicina los PDAs han sido utilizados para realizar diagnósticos o para escoger los medicamentos más adecuados.
- ◆ **Usos en educación:** En estos últimos años los PDAs se han vuelto muy comunes, es por esto que se ha empezado a utilizar en ciertas instituciones educativas para que los alumnos tomen nota.
- ◆ **Aplicaciones corporativas para trabajo de campo:** Debido al avance tecnológico de estos dispositivos, estos dispositivos también son usados como apoyo para trabajo de campo realizado por varias empresas como por ejemplo control de inventarios permitiendo automatizar dichas actividades y aumentar la productividad.

Para el estudio de factibilidad del presente proyecto se considerará los siguientes equipos en el mercado local: AudioVox 6600, Palm Treo 700wx y UTStarcom, como se puede ver a continuación en la figura 2-5.



Figura 2 - 5: Ejemplo de Pocket PC con sistema operativo Windows Mobile
Elaborado por: El Autor

2.1.3.1.1 PDA Industriales (IP - 54, IP - 65)¹¹.

Las PDA se han convertido en equipos robustos para su utilización en la gestión de situaciones empresariales. Actualmente son usados para archivar una variedad de tareas y para incrementar la eficiencia, como son, la digitalización de notas, gestión de archivos, capturas de firmas, gestión y escaneo de partes de código de barras, en fin todas las actividades de campo realizadas por las empresas.

Estos tipos de PDA a diferencia de las normales que son usadas a nivel ejecutivo y personal, debido a su naturaleza orientada al trabajo, deben cumplir con ciertas normas que garanticen su resistencia y durabilidad, estos dispositivos deben de ofrecer una buena resistencia a golpes, a líquidos y sólidos como por ejemplo el polvo, deben ofrecer soporte a condiciones ambientales difíciles (humedad, temperatura, lluvia) y posibles caídas.

¹¹ IP-54, IP-65

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_protecci%C3%B3n 2009

A esta norma que deben cumplir estos dispositivos se la denomina “**Normativa industrial IP54 e IP65**”.



Figura 2 - 6: Ejemplo de Pocket PC Industriales IP54, IP65
Elaborado por: El Autor

2.1.4 APLICACIONES MÓVILES.

Las empresas ven en los sistemas móviles la oportunidad de obtener y gestionar la información allí donde se produce y allí donde hace falta, y así ofrece la oportunidad de optimizar los procesos de negocio y obtener ventajas competitivas en su sector.

El único inconveniente que hay que vencer para hacer realidad las aplicaciones móviles empresariales es la necesidad de software que permita integrar los dispositivos móviles con las aplicaciones de gestión empresarial.

Existen tres tipos de soluciones móviles¹²:

- ◆ On- Line.
- ◆ Stand Alone.
- ◆ Smart Client.

2.1.4.1 Aplicaciones On Line (Web Móviles).

Las aplicaciones On Line conocidas también como aplicaciones Web Móviles o también **WAP**, se ejecutan en el dispositivo celular o dispositivos móviles, como Pocket PC o PDA, utilizando el mini-browser que disponen estos dispositivos.

No consumen recursos del dispositivo para el procesamiento pues todo el proceso se realiza de lado del servidor y el browser se encarga de presentar los resultados.

La ventaja que disponen éstas aplicaciones contra las Web es la facilidad de acceso desde cualquier lugar y en cualquier momento en el que haya cobertura de la red del operador celular en el que se tenga el servicio.

Se puede realizar aplicaciones Web-móviles siguiendo los estándares:

- ◆ WML - WAP 1.x o.
- ◆ XHTML - WAP 2.0.

¹² Material acerca de Computación Móvil : IV Jornadas de Ingeniería de Sistemas Informáticos y de Computación 2008
Fuente: <http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu077/capitulogratis.pdf> 2009

2.1.4.1.1 Web Services.

La tecnología basada en componentes es la base de los servicios Web (soportado por J2EE y .NET), esto es porque los servicios Web constituyen el siguiente paso en el desarrollo de software, los servicios Web son componentes de Internet.

La arquitectura de un servicio Web permite realizar una comunicación independiente de la plataforma, tan sólo exponiendo una interfaz sobre Internet.

2.1.4.2 Aplicaciones Stand Alone.

Son aquéllas que se desarrollan para ser instaladas y ejecutadas sobre el equipo móvil en cuestión y que funcionan en forma desconectada de Internet o de un servidor central.

Para desarrollar una solución de éste tipo, se debe generar un paquete ejecutable en el formato correcto para el tipo de sistema operativo sobre el cual será instalado, así como también la versión del mismo.

2.1.4.3 Aplicaciones Smart Client.

Una aplicación Smart Client (cliente inteligente) junta lo mejor de dos mundos, Stand-alone y Online.

Éste tipo consta de aplicaciones ejecutables que se distribuyen e instalan en los equipos, pero que también utilizan la conexión para comunicarse e interactuar con un servidor.

2.1.4.4 Plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles.

En aplicaciones Móviles se llega a una clara tendencia por .NET y Java junto con los estándares de diseño para aplicaciones Web-móviles, es decir, se basan o se complementan con los diseños de estandarización soportados por la WAP 2.0.

2.1.4.4.1 J2ME – J2EE.

Java ofrece un modelo de desarrollo de componentes empresarial bajo el estándar J2EE complementado con los diseños de estandarización soportados por la WAP 2.0 para el desarrollo de aplicaciones Web móviles.

Para el desarrollo de aplicaciones Stand Alone y Smart Clients se utiliza la plataforma Java J2ME (Java, Micro Edition) el cual provee un conjunto robusto y flexible para aplicaciones que se ejecutan en móviles y otros dispositivos embebidos, teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDAs).

Java ME incluye interfaces de usuario flexibles, seguridad robusta, construida en los protocolos de red, y el apoyo a la red y fuera de línea las aplicaciones que se pueden descargar dinámicamente. Las aplicaciones basadas en Java ME son portables a través de muchos dispositivos.

2.1.4.4.2 .NET

Visual Studio .NET proporciona características de Mobile Internet que permiten a los programadores generar una única interfaz Web móvil compatible con una amplia gama de dispositivos —incluidos WML 1.1 para teléfonos móviles WAP, HTML compacto (cHTML) para teléfonos i-mode y HTML para Pocket PC, dispositivos de mano y localizadores (pagers).

Con Visual Studio .NET, los programadores pueden convertir fácilmente lógica empresarial existente en **servicios Web** XML reutilizables, encapsulando procesos y dejándolos disponibles para las aplicaciones en cualquier plataforma.

Para el Desarrollo de aplicaciones Stand Alone y Smart Clients se requiere que el dispositivo móvil tenga soporte para la instalación de Framework CE (compact edition), es decir por el momento corren sobre dispositivos móviles con sistema operativo Windows Mobile. La plataforma .Net no tiene soporte para aplicaciones instalables en los teléfonos móviles, lo cual un celular con características normales no tiene.

2.1.5 SEGURIDADES LÓGICAS DE INFORMACIÓN (APLICACIONES MÓVILES SEGURAS).

La Computación Confiable se aplica siempre, sin importar las diferencias de hardware. Las expectativas del usuario con respecto a una solución verdaderamente sólida todavía existen. De hecho, se espera que la información provista de modo confidencial se mantenga confidencial, y ningún trabajador móvil quiere que su móvil se transforme en vía de acceso para el ingreso de información no deseada.¹³

Cuando se trata de seguridad, el desarrollo de aplicaciones móviles debería marchar a la par del desarrollo de las computadoras de escritorio. Apenas se inicia el proceso de programación, resulta importante hacerse una idea clara de los aspectos involucrados en la solución y comprender las amenazas y vulnerabilidades potenciales, para así poder anticipar los riesgos y su posible impacto.

2.1.5.1 Consideraciones Específicas para Soluciones Móviles.

Si bien es cierto que los fundamentos de las plataformas móviles son iguales a los de las plataformas de escritorio, los riesgos y consideraciones de seguridad varían dada la naturaleza de los usuarios móviles y del hardware móvil. Por ejemplo, las posibilidades de olvidar su celular encendido y sin bloquear en el asiento trasero de un taxi son considerablemente más altas que la de dejar su laptop en las mismas circunstancias. Por lo tanto, a la hora de construir una aplicación móvil, resulta importante tener en cuenta las implicancias de un robo o pérdida de un dispositivo móvil.

¹³ Basado en el artículo: "Aplicaciones Móviles de Seguridad: ¿un Oxímoron?"

Fuente:

http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/articulos_seguridad/2007/enero/sm0107.msp
2009

A continuación figuran una serie de consideraciones relevantes sobre aplicaciones móviles:

2.1.5.1.1 Consideraciones sobre el Ingreso de Datos

El diseño de la interfaz de usuario es muy complicado debido a las restricciones de pantalla y de teclado de un dispositivo móvil. Resulta vital hacer un balance entre la cantidad de información mostrada y la cantidad de teclas que deben presionarse para acceder a cualquier dato. Las claves constituyen una parte integral de éste desafío.

Dadas éstas circunstancias, uno podría pensar en la posibilidad de eliminar ciertos datos de la aplicación móvil para que admita una clave más corta. O en un bloqueo de dos niveles que le solicite al usuario que ingrese la clave completa en intervalos menos frecuentes.

2.1.5.1.2 Criptografía.

Windows Mobile incluye una implementación de la Interfaz Criptográfica para la Programación de Aplicaciones (ICPA), y admite una amplia gama de funciones que incluyen algoritmos de encriptación simétricos y asimétricos. Además, el Microsoft .NET Compact Framework 2.0 proporciona acceso simple a la biblioteca criptográfica. Todo esto está muy bien; incluso se recomienda el uso apropiado de éstas funciones que proporcionan privacidad a los datos. Sin embargo, deben tomarse algunas precauciones cuando se trata de soluciones móviles.

En general, el poder de procesamiento de un dispositivo móvil se encuentra dos o tres años atrasado con respecto al poder de un equipo de escritorio; por eso deben tenerse en cuenta las limitaciones de la CPU cuando se diseña una solución móvil. Los algoritmos asimétricos pueden exigirle a la CPU un gran esfuerzo de procesamiento, lo cual vuelve más lento el funcionamiento del dispositivo. Al utilizar la encriptación asimétrica, conviene restringir los datos guardados a los componentes críticos, y desencriptar únicamente cuando es necesario mostrar o utilizar un programa. En general basta con utilizar una clave

simétrica para la mayoría de los datos, y luego encriptar la clave simétrica con encriptación asimétrica. De esta manera, se libera a la CPU de tanta carga y se logra que las baterías del dispositivo duren más.

2.1.6 FACTIBILIDAD DE INTERCONEXIÓN DE TECNOLOGÍAS.

Como vimos en los subcapítulos anteriores se dispone de varias tecnologías al momento de desarrollar soluciones móviles. De la misma manera se dispone de varias tecnologías para poder interconectar los dispositivos móviles con los sistemas de información de las empresas y de esta manera disponer de información en línea, es decir se dispone de varios tipos de redes inalámbricas de acuerdo a las necesidades de movilidad.

TECNOLOGÍA	TIPO RED	ESTANDAR	BANDA	VELOCIDAD	ALCANCE
Luz Infrarroja	WPAN	IEEE 802.11 - IrDA	s/d	1 a 10 Mbps	Hasta 1 metro
Bluetooth	WPAN	IEEE 802.15.1	2,4 GHz	Hasta 3 Mbps	Hasta 10 metros
Wi-Fi(IEEE 802.11)	WLAN	IEEE 802.11b	2,4 GHz	Hasta 11 Mbps	Entre 30 a 50 metros
		IEEE 802.11g	2,4 GHz	Hasta 54 Mbps	
		IEEE 802.11a	5 GHz	Hasta 54 Mbps	
WiMAX	WMAN	IEEE 802.16		Hasta 70 Mbps	Hasta 60 Km.
Redes celulares	WWAN	s/d	s/d	Hasta 1 Mbps	Nivel nacional hasta nivel internacional

Tabla 2 - 2: Resumen de tipos de redes inalámbricas
Elaborado por: El Autor

Dentro del tipo de redes inalámbricas se puede optar por el uso de las crecientes redes de datos celulares, debido al crecimiento de las mismas, a la cobertura que éstas ofrecen y sobre todo a la creciente oferta de transmisión de datos y uso de Internet por medio de dichas redes.

Como vimos existen actualmente dos tendencias tecnológicas en cuanto respecta a telefonía móvil, las cuales son GSM y CDMA, cada una con sus avances y sus respectivas ventajas con lo que respecta a transmisión de datos.

TECNOLOGÍA	MÉTODO DE ACCESO
FDMA:	Acceso múltiple por división de frecuencia
TDMA:	Acceso múltiple por división de tiempo
CDMA:	Acceso múltiple por división de código

Tabla 2 - 3: Resumen de tipos de tecnologías de acceso de tecnología celular
Elaborado por: El Autor

La tecnología 2g es adecuada para comunicación pero para comunicación de datos es limitada. Como se puede apreciar, a partir de las tecnologías 2.5G, existe una óptima transmisión de datos facilitando de esta manera la creación de aplicaciones móviles.

Las tecnologías 3g están orientadas a Internet multimedia y otros servicios inalámbricos.

Lo único que se debe tener en cuenta es que los dispositivos móviles de los cuales se vaya a hacer uso se puedan conectar a las redes 3G mencionadas anteriormente.

A continuación en la tabla 2-4 se resume los tipos de generaciones de redes celulares.

GENERACIÓN	TIPO DE RED	TECNOLOGÍA	VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS	MÉTODO DE ACCESO
1G	Red celular analógica	AMPS	Sólo voz	FDMA
2G	Red celular digital	GSM: Estándar Europeo	9.6 hasta 14.4 Kbps.	TDMA
		CDMAOne (IS-95): Estándar Americano	1.2 hasta 14.4 Kbps.	CDMA
2.5G	Red celular digital	GPRS (Evolución de GSM)	120Kbps.	TDMA
		CDMA 2000 1X (Evolución de CDMAOne)	144 Kbps.	CDMA
3G	Red celular digital	EDGE (Evolución de GPRS)	384 Kbps	TDMA
		WCMDA - UMTS	Hasta 1 Mbps	CDMA
		CDMA 1xEV-DO	Hasta 1 Mbps	CDMA
		CDMA 1xEV-DV	Hasta 1 Mbps	CDMA

Tabla 2 - 4: Resumen de tipos de generación de redes celulares
Elaborado por: El Autor

Hasta el momento se ha visto la forma de interconectar los dispositivos móviles a nivel de infraestructura, pero para que realmente se interconecten en línea los dispositivos móviles con un sistema E – Bussines de la empresa se debe desarrollar un aplicativo móvil que haga uso de dicha infraestructura.

Como vimos anteriormente se dispone de tres tipos de soluciones móviles:

- ◆ On- Line.
- ◆ Stand Alone.
- ◆ Smart Client.

De los cuales para desarrollar aplicaciones móviles en línea se puede optar por aplicaciones On – Line o Smart Client. La diferencia entre estos tipos de soluciones radica en la tecnología usada, ya que respectivamente se hará uso de aplicaciones Web móviles (WAP) o servicios Web. Se debe tener en cuenta la complejidad de la aplicación que se desee desarrollar, por ejemplo si se desea desarrollar una aplicación de consultas en línea se puede optar por una aplicación WAP pero si se desea desarrollar una aplicación más compleja se puede optar

por una aplicación móvil la cual replique los datos generados a través de servicios Web.

De esta manera, dependiendo de nuestras necesidades, se puede realizar el desarrollo de aplicaciones móviles interconectadas en línea con sistemas de información.

Es por esto que para el presente proyecto se optó por el uso de aplicaciones móviles desarrolladas bajo la plataforma de desarrollo de .NET 2005, interconectadas en línea por medio de servicios Web los cuales permiten el acceso a los sistemas E - Bussiness empresariales, a través de la red de datos celulares del país.

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE PROCESOS COMERCIALES DE AGUA POTABLE.

Existen varios procesos que se desarrollan dentro de una empresa de agua potable, de los cuales se analizarán dos procesos principales (procesos relacionados con el presente proyecto), los cuales son los siguientes.

- ◆ Toma de lecturas y
- ◆ Facturación de consumos.

En la siguiente figura, se puede observar, de manera general, el flujo de los procesos antes mencionados:

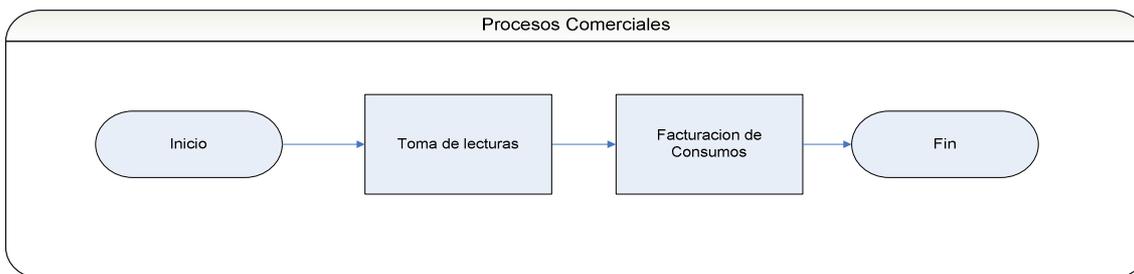


Figura 2 - 7: Flujo de los procesos comerciales de Toma de Lecturas y Facturación de Consumos.

Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

Se puede apreciar de manera resumida a estos procesos de la siguiente manera; mensualmente empleados de las empresas de agua potable, a los cuales se les denomina lectores, realizan la toma de las lecturas de los medidores de agua potable instalados en los domicilios de cada cliente que se le provee el servicio de agua potable. El trabajo descrito anteriormente se lo denomina “trabajo de campo”. Toda la información recopilada a través del trabajo de campo realizado (lecturas de consumos de agua potable, generalmente anotadas en papel), es llevada a la empresa de agua potable para que esta sea tratada, es decir, por medio de éstas lecturas establecer los consumos de agua potable realizados por cada cliente, y a partir de éste consumo realizar la respectiva facturación, la cual es posteriormente notificada a cada cliente para que se acerque a cancelar sus consumos en un plazo establecido.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS Y SUBPROCESOS COMERCIALES DE AGUA POTABLE RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

Como se vio anteriormente existen dos procesos principales relacionados con el presente proyecto, de los cuales, cada proceso maneja o contiene sus propios subprocesos a través de los cuales, la información obtenida y generada es tratada de distinta forma, para garantizar una correcta facturación.

El proceso clave es el manejo de toma de lecturas de consumos de agua potable, ya que a partir de éste se puede realizar la facturación de consumos de agua potable.

Dentro del proceso de toma de lecturas se encuentran los siguientes subprocesos:

- ◆ Generación y distribución de libros de lectura.
- ◆ Toma de Lecturas.
- ◆ Ingreso de Datos.
- ◆ Validación de lecturas.
- ◆ Re aplicación de Lecturas.

El objetivo de realizar estos subprocesos, es a más de obtener las lecturas de consumos de agua potable de cada cliente, garantizar que éstas lecturas sean las correctas, es decir reducir los posibles errores obtenidos al momento de haberse realizado el trabajo de campo. El proceso de toma de lecturas es vital y previo al proceso de facturación de consumos, ya que a partir de éste se obtiene el consumo mensual realizado por el cliente, es decir, a partir del consumo realizado por cada cliente se genera la respectiva facturación de consumos.

Dentro del proceso de facturación se encuentran los siguientes subprocesos:

- ◆ Pre facturación (aplicando pliegos tarifarios y reglas de negocio).
- ◆ Facturación (aplicando pliegos tarifarios y reglas de negocio).
- ◆ Emisión de Facturas.
- ◆ Entrega de Facturas a Domicilio.

De igual manera que el proceso de Toma de Lecturas, el objetivo primordial del proceso de facturación, a más de generar las facturas de consumos de agua potable, es garantizar que los valores facturados sean los correctos y de esta manera reducir los posibles futuros reclamos que se puedan suscitar.

En la figura 2-8, se puede observar, de manera detallada, el flujo de los procesos y subprocesos antes mencionados:

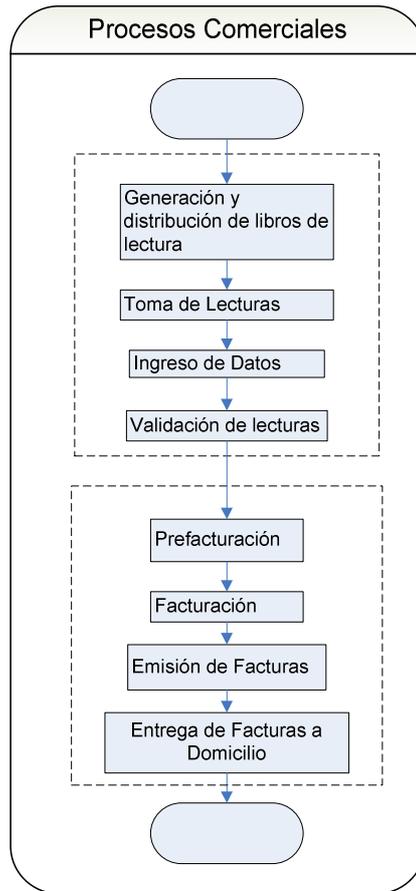


Figura 2 - 8: Flujo de los procesos y subprocesos comerciales de Toma de Lecturas y Facturación de Consumos.

Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

2.2.2 PROCESOS COMERCIALES Y CICLOS DE FACTURACIÓN.

El número de clientes a los que una empresa de agua potable puede brindar el servicio puede variar en función del área a la que abastece de dicho servicio, por lo que para grandes áreas de abastecimiento (grandes ciudades), llevar a cabo el proceso de facturación antes descrito tomaría bastante tiempo.

Es por esto que cada cliente de la empresa es organizado y agrupado en “Ciclos de Facturación”. En cada ciclo de facturación se realiza los procesos de toma de lecturas y facturación de consumos. En general todos los ciclos de facturación se los realiza de manera iterativa e incremental, permitiendo de esta manera abarcar a todos los clientes de la empresa y optimizar el tiempo de trabajo realizado.

De esta manera mientras en un ciclo n se inicia con el proceso de toma de lecturas, en el ciclo anterior se puede trabajar de forma paralela en el ingreso de las lecturas, validación, Pre facturación o facturación.

En la figura 2 - 9 se aprecia cómo se trabajaría a través de ciclos de facturación.

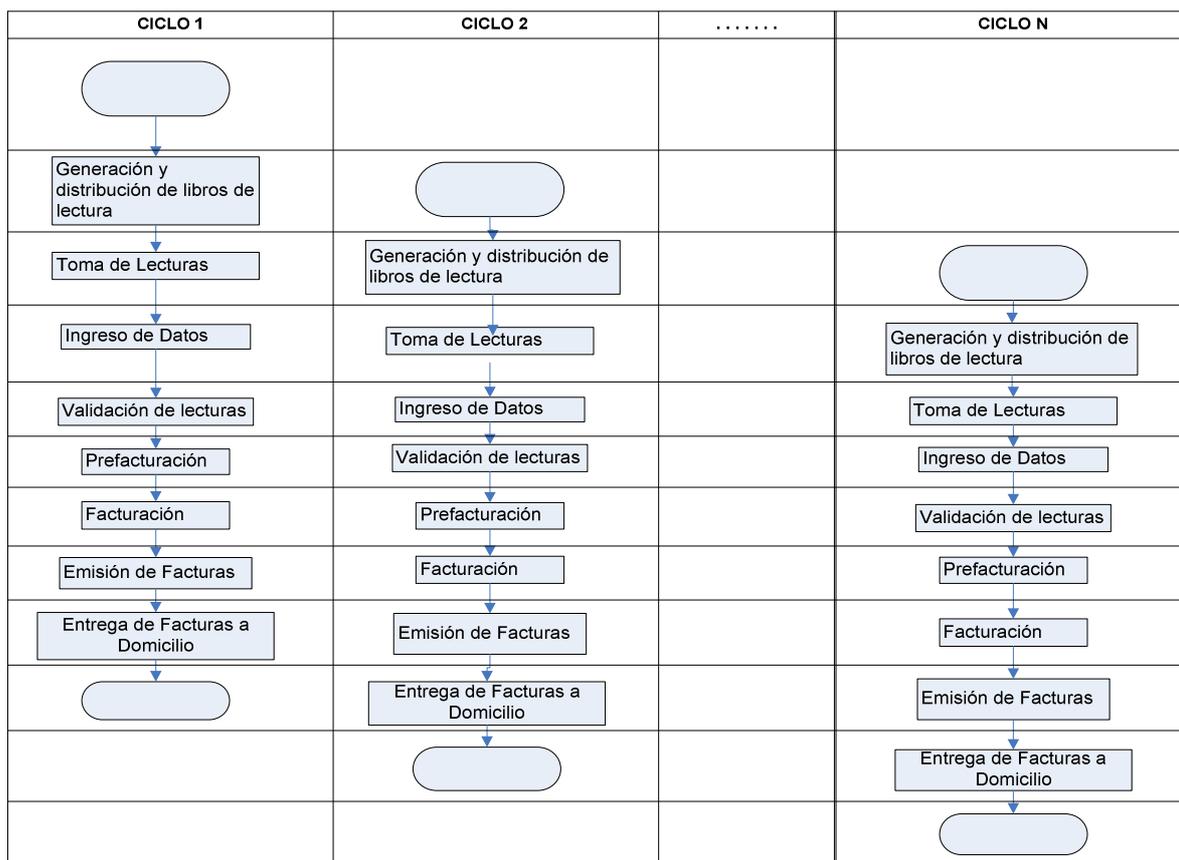


Figura 2 - 9: Ciclos de Facturación.
Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

Como se puede observar, se pueden realizar varios subprocesos de forma paralela, es decir, por ejemplo en un día mientras para un ciclo n se está realizando la toma de lecturas de los clientes pertenecientes a dicho ciclo, paralelamente se puede estar trabajando en el ingreso o validación de las lecturas obtenidas de clientes pertenecientes a otro ciclo.

2.2.3 CATASTROS DE CLIENTES¹⁴.

Como vimos anteriormente, los procesos comerciales analizados, están basados en los consumos de agua potable realizados por cada cliente. Para poder determinar el consumo realizado se instala a cada cliente, para ser exactos por cada predio donde se abastece de servicio, un medidor el cual registra de manera mecánica cada metro cúbico consumido.

Ahora bien, como se conoce, el agua potable es un servicio indispensable para cada persona, por lo que fácilmente se puede dimensionar la gran cantidad de clientes que poseen las empresas de agua potable, en general las empresas que brindan los servicios de consumos básico, pudiendo de esta manera clasificarse en grandes (más de 70.000 clientes), medianas (entre 30.000 y 70.000 clientes) y pequeñas (menos de 30.000 clientes).

Es por esto que las empresas mencionadas anteriormente necesitan mantener el registro catastral (ubicación) e información de los clientes de agua potable que se encuentran distribuidos a través del área a la cual abastecen del servicio de agua potable. Se necesita mantener la identificación, características, ubicación de los predios y estado de los servicios de cada cliente de la empresa.

Esta información sirve de base para la planificación global de la empresa y la del área comercial, tanto como para apoyar la toma de decisiones sobre la actividad comercial. Alimenta a los subsistemas de Atención al Cliente, Facturación, Cartera y Cobranzas y a la Micro medición o Toma de Lecturas, para ser exactos son la base de los procesos comercial analizados anteriormente.

Muchas veces esta información es obtenida a través de un proceso de investigación de campo (censo catastral) realizado en los perímetros urbanos y

¹⁴ Catastro de clientes

Fuente: Empresas de Agua Potable 2009

rurales obteniendo un “inventario” de los servicios que oferta la Empresa, para establecer su cobertura y donde falta por cubrir, de esta manera se determina los siguientes tipos de clientes:

- ◆ **Reales:** Frente al predio tienen la red matriz de agua potable, poseen una conexión domiciliaria desde la matriz de agua y tienen registrado una cuenta o contrato con la empresa.



Figura 2 - 10: Clientes Reales
Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

- ◆ **Factibles:** Frente al predio tienen la red matriz de agua potable, no tienen conexión con la matriz de agua y no tienen cuenta o contrato con la empresa.



Figura 2 - 11: Clientes Factibles
Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

- ◆ **Potenciales:** Frente al predio no tienen red matriz de agua potable, no tienen conexión con la matriz de agua y no tienen registrado cuenta o contrato con la empresa.



Figura 2 - 12: Clientes Potenciales
Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

2.2.3.1 Catastro.

Catastro es un sistema de información que utiliza una BASE DE DATOS alfanumérica y CARTOGRAFÍA en formato digital, en el que se registran todos los datos e información necesarios acerca de los predios y clientes reales, factibles y potenciales, de la disponibilidad del servicio de agua potable y alcantarillado, así como la ubicación geográfica exacta a través de códigos de localización numéricos predefinidos denominado GeoCódigo o clave catastral.

2.2.3.2 GeoCódigo.

Como se mencionó anteriormente, el GeoCódigo o clave catastral, es la parte fundamental del catastro realizado a cada cliente, ya que identifica de manera única a este cliente.

El GeoCódigo es la composición de 6 campos de datos numéricos (Sector-Ruta-Manzana-Secuencia-Piso-Departamento) y/o códigos, los cuales representan la ubicación e identificación geográfica de una unidad de vivienda asentada en un determinado predio dentro de una zona definida.

El GeoCódigo está basado en la división del área de cobertura y abastecimiento de agua potable, partiendo desde del área total de cobertura hasta el área donde se encuentra exactamente el cliente.

Generalmente al total del área a la cual la empresa abastece del servicio de agua potable se la divide en varios sectores para de esta manera agrupar e identificar la ubicación de cada cliente de manera macro. El primer código del GeoCódigo o clave catastral identifica el sector en donde el cliente está ubicado.

En la figura 2 - 13 se representa la división del área de cobertura de una empresa "X" en tres sectores, por ejemplo a un cliente al cual se le ha asignado el GeoCódigo 0102-001-0002-00340-00-001, por medio de éste se puede identificar a través del primer código que está ubicado en el sector 0102.

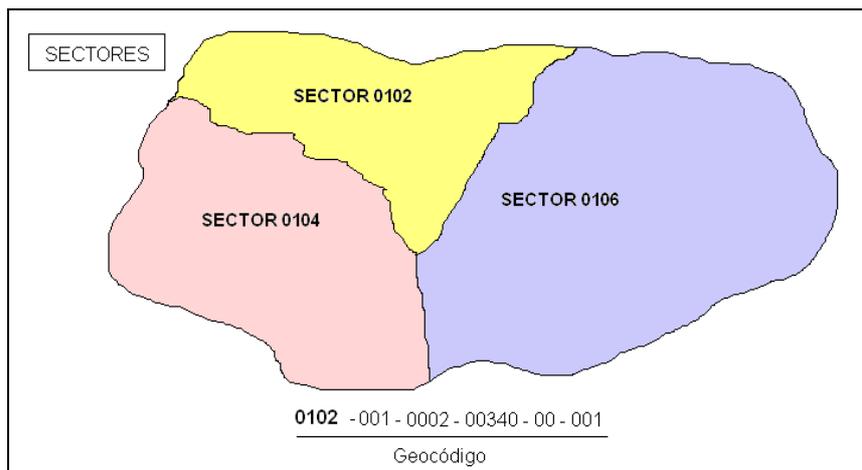


Figura 2 - 13: División del área de abastecimiento de agua en sectores
 Fuente: Empresas de Agua Potable
 Elaborado por: El Autor

Como se mencionó anteriormente el GeoCódigo está basado en la división del área de cobertura, es decir primero se realizó una división en sectores y por cada sector se realiza otra división a la cual se la denomina rutas. El segundo código de la clave catastral o GeoCódigo corresponde a las rutas.

En la figura 2 - 14 se aprecia la división en rutas para el sector 0102 citado en el ejemplo anterior, es decir para el cliente con GeoCódigo 0102-001-0002-00340-00-001, se determina que está ubicado en el sector 0102 y además en la ruta 001.

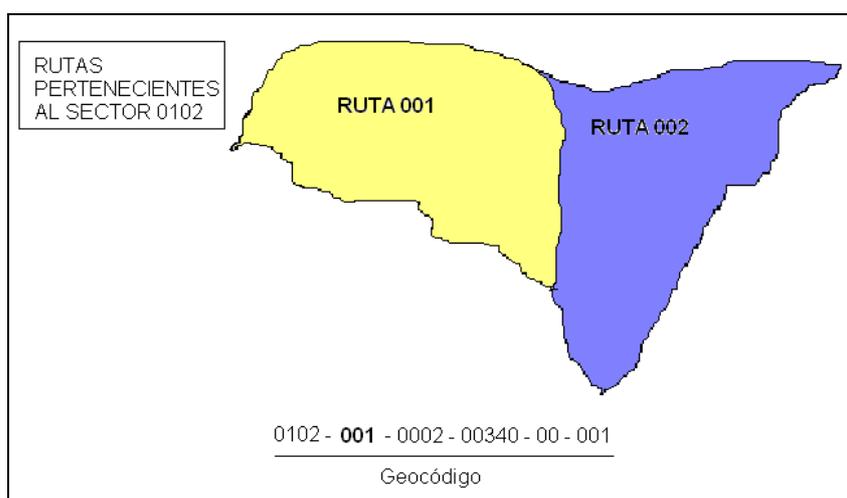


Figura 2 - 14: División del área de abastecimiento de agua en Rutas en base a un sector escogido
 Fuente: Empresas de Agua Potable
 Elaborado por: El Autor

De igual manera que el sector y la ruta, se procede a realizar una nueva división por cada ruta vista anteriormente, para éste caso el tercer código de la clave catastral o GeoCódigo corresponde a la manzana. Continuando con el ejemplo anterior para el cliente con GeoCódigo 0102-001-0002-00340-00-001, se determina que está ubicado en el sector 0102 en la ruta 001 y además en la manzana 0002, como se puede apreciar en la siguiente figura:

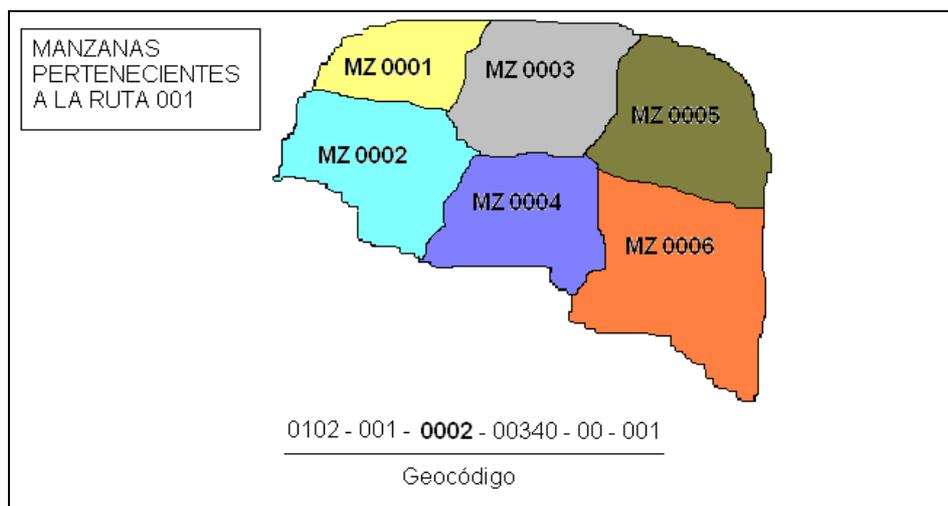


Figura 2 - 15: División del área de abastecimiento de agua en Manzanas en base a un sector y ruta escogido

Fuente: Empresas de Agua Potable
Elaborado por: El Autor

Como se a visto hasta ahora con los primeros códigos de la clave catastral o GeoCódigo se ha podido ubicar a un cliente realizando subdivisiones al área de abastecimiento de la empresa, es decir se va desde grandes áreas de abastecimiento hasta pequeñas áreas, permitiendo de esta manera organizar eficientemente la información concerniente a la identificación, características, ubicación de los predios y estado de los servicios de cada cliente de la empresa.

Por medio de esta forma de organización de la información se puede fácilmente organizar el trabajo en campo concerniente a la toma de lecturas.

Ahora bien con los códigos vistos hasta el momento sólo se ha ubicado al cliente en un área más pequeña con respecto al área total de abastecimiento que ofrece

la empresa, pero aún no se tiene la ubicación exacta. Para esto se utilizará los códigos restantes que aún no se ha revisado.

El siguiente código en la clave catastral corresponde a la secuencia, la cual identifica el predio donde el cliente se encuentra, pudiendo ser esta una casa o un edificio, un lote, etc.

La secuencia es lo que recorre el encargado de las tomas por manzana.

De esta manera se puede obtener la ubicación exacta de cada cliente de la empresa, pero se puede dar el caso de que por cada predio se pueda tener más de un medidor, generalmente se da esto en viviendas de más de un piso o departamento o en un edificio.

Para esto son utilizados los dos últimos códigos de la clave catastral o GeoCódigo mediante los cuales se ubicará para un mismo predio, el piso y departamento en los cuales se tienen instalados los medidores de agua potable.

En la figura 2 – 16 se observa como para un mismo predio, identificado por una secuencia, se puede encontrar en un mismo piso, distribuidos cuatro medidores para cuatro departamentos.

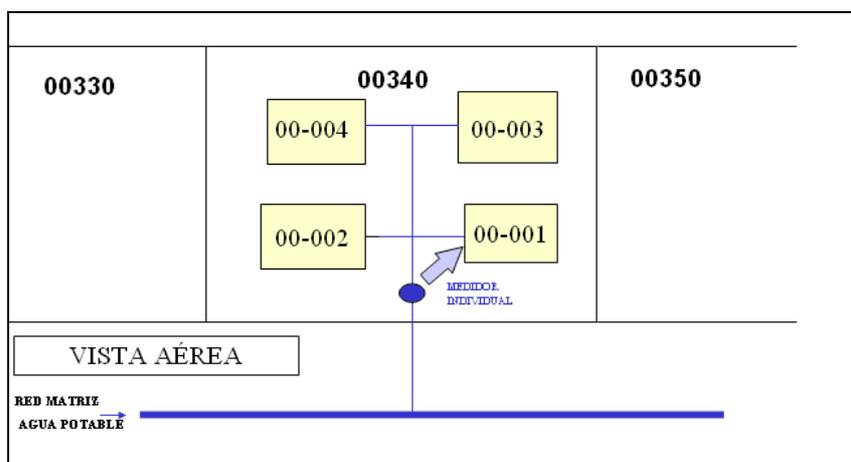


Figura 2 - 16: Codificación de secuencia, piso y departamento de predios con unidades de vivienda en posición horizontal

Fuente: Empresas de Agua Potable

Elaborado por: El Autor

En la figura 2 - 17 se observa mejor la utilidad de la codificación correspondiente al piso y departamento, por ejemplo supongamos que la secuencia 00340 asignada a un predio en el cual existe un edificio de cinco pisos y por cada piso dos departamentos, la utilización de la codificación piso – departamento ayuda a referenciar de manera exacta la ubicación de los medidores de consumos de agua potable.

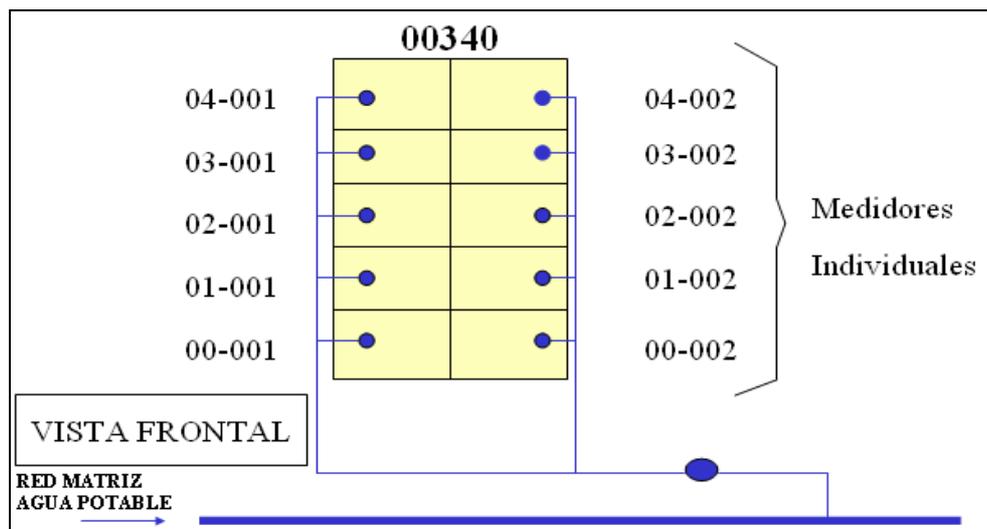


Figura 2 - 17: Codificación de piso y departamento en predios con unidades de vivienda en posición vertical

Fuente: Empresas de Agua Potable
Modificado por: El Autor

2.3 ANÁLISIS DEL PROCESO DE TOMA DE LECTURAS DE MEDIDORES DE AGUA POTABLE.

Como se vio anteriormente, el objetivo principal de éste proceso es obtener las lecturas de los consumo de agua potable realizados en el mes por cada cliente que la empresa brinda el servicio, y de esta manera determinar el consumo efectuado y poder así continuar con el proceso de facturación de consumos.

A continuación se realizará un análisis del proceso de toma de lecturas.

2.3.1 MEDIDORES DE AGUA POTABLE¹⁵.

El concepto de medición del agua como medio para cobrar equitativamente el servicio, prevenir el desperdicio de agua y para que las empresas puedan obtener ingresos en proporción al agua distribuida (facturación de consumos), hoy es aceptado universalmente y constituye la base para la estructuración de las tarifas de facturación de consumos de agua potable.

Dicha medición se realiza a través de medidores de agua, los cuales son instrumentos de precisión que utilizan diferentes principios mecánicos o físicos para permitir que un flujo de agua pueda ser contabilizado y saber el consumo de cada uno de los puntos suministrados, a fin de contabilizar de mejor manera el uso de los mismos.

Hoy en día, el interés por la medición ha desarrollado en muchos países del Mundo toda una industria productora de medidores con gran variedad de mecanismos de medida. Existen versiones mecánicas, electromecánicas y electrónicas.

En general se divide en dos grupos, Macro medidores y Micro medidores. Se entiende por macro medición, las mediciones de grandes volúmenes de agua o caudales en conductos de gran diámetro, es decir al agua producida y aportada a las redes de distribución. Micro medición se entiende por la medición del agua utilizada y facturada a los usuarios (instalación domiciliaria).

Los medidores comúnmente empleados son definidos fundamentalmente por las características de sus tres elementos componentes esenciales:

¹⁵ Medidores de Agua Potable:

Fuente: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/017573/017573-03.pdf> 2009

1. Un dispositivo de medida: Mediante un determinado sistema, produce continuamente un movimiento en función de la cantidad de agua que pasa por el medidor.
2. Una transmisión: Constituida por un tren de engranajes que transmite a un registrador el movimiento producido en el dispositivo de medida.
3. Un registrador: Registra acumulativamente los consumos determinados por el dispositivo de medida y transmitidos por el tren reductor.

Los dispositivos de medida se basan en dos principios de medición de líquidos, cada cual con gran variedad de mecanismos de medida, los cuales son:

- Inferencial o de velocidad y
- Volumétricos o de desplazamiento positivo

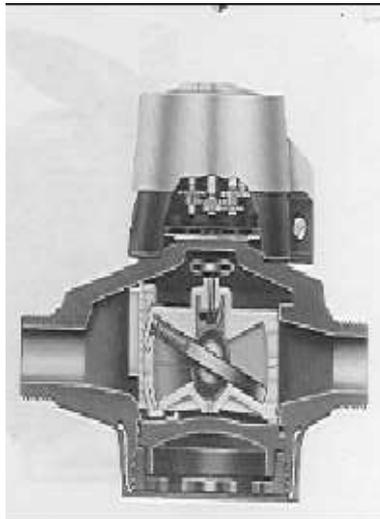


Figura 2 - 18: Medidor de tipo volumétrico o desplazamiento positivo.
Fuente: Empresas de Agua Potable.

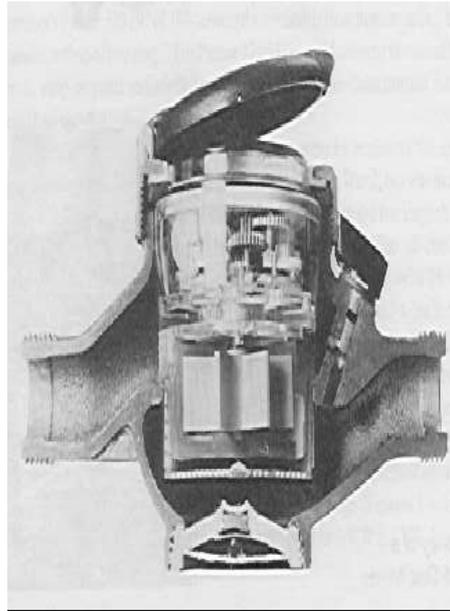


Figura 2 - 19: Medidor de tipo Inferencial o de Velocidad.
Fuente: Empresas de Agua Potable.

Generalmente los medidores están compuestos totalmente de partes mecánicas, pero también existen medidores que contienen partes electrónicas. Este tipo de medidores contienen dos imanes los cuales generan un campo magnético variable que es leído por un sensor de efecto de campo magnético, después el circuito electrónico lo convierte en pulsos que transmite a través de un cable y registra los consumos.

Para mayor referencia del funcionamiento de los medidores revisar el anexo digital correspondiente a “Medidores de agua potable”, incluido en el CD que acompaña el presente proyecto.

A continuación se analizará el proceso, realizado por las empresas de agua potable, para la toma de las lecturas de consumo registrado por los medidores de agua potable.

2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBPROCESOS CORRESPONDIENTES AL PROCESO DE TOMA DE LECTURAS

Como se mencionó anteriormente el proceso de toma de lecturas contiene varios subprocesos, los cuales son:

- ◆ Generación y distribución de libros de lectura.
- ◆ Toma de Lecturas.
- ◆ Ingreso de Datos.
- ◆ Validación de Lecturas.
- ◆ Re aplicación de Lecturas.

Las lecturas de consumo son obtenidas y tratadas a través de los subprocesos vistos anteriormente, permitiendo de esta manera asegurar que no existan errores e inconsistencias en los consumos (metros cúbicos) obtenidos para cada cliente.

A continuación se realizará un análisis de cada subproceso perteneciente al proceso de "Toma de lecturas".

2.3.2.1 Generación y distribución de libros de lectura.

Como se había mencionado anteriormente, mensualmente se realiza la toma de lecturas de los consumos de agua potable.

Para poder realizar las lecturas de consumo de cada medidor instalado a cada cliente perteneciente a la empresa, se necesita personal de campo, que recorra una ruta para realizar la respectiva lectura del medidor en cada predio en una ciudad específica.

Generalmente al personal de campo encargado de realizar la respectiva toma de lecturas de consumos de cada medidor se le denomina "Lectores".

Para éste subproceso se imprimen los listados de los clientes, a los cuales se realizará la respectiva toma de lecturas de los consumos efectuados, dichos listados se los denomina “Libros de Lectura”. Estos listados o libros de lectura se entregarán a los respectivos lectores que van al campo a tomar la lectura directamente del medidor. Dichos datos se los registran manualmente en las hojas antes generadas para posteriormente ser ingresados a un Sistema Comercial.

Al inicio de cada ciclo de trabajo se generan los libros de lectura organizadas por sector y ruta, los cuales dependiendo del número de clientes y la distancia que los separa entre ellos son repartidos a cada lector. Este trabajo se debe realizar en un número determinado de días de forma proporcional.

Generalmente son asignados un promedio de 250 a 300 clientes por día a cada lector en una ruta específica.

2.3.2.2 Toma de Lecturas.

Una vez asignado y distribuido el trabajo a cada lector estos proceden a recorrer la ruta con los predios a revisar y tomar las lecturas respectivas.

En los libros de lectura entregados a cada lector, se registra la información necesaria para el proceso de toma de lecturas, en las cuales no solo se registra la lectura en si del medidor, sino además las novedades del proceso, es decir muchas veces puede ocurrir que no se pueda tener acceso al medidor por distintas causas (y por consiguiente no se pueda realizar la respectiva lectura de consumo) por ejemplo: se encuentre el medidor dentro de la casa, se encuentre cerrada y no se encuentren los propietarios o el medidor se encuentre tapado con material de construcción o simplemente el medidor se encuentre dañado o se hayan sustraído o robado el medidor, etc. En resumen los lectores no sólo registran las lecturas de consumo, sino también las causas de no lectura de consumos o las novedades que encuentren en el proceso de toma de lecturas.

Los libros de lectura generalmente contienen los siguientes datos: fecha de emisión, cuenta, GeoCódigo(ciclo, sector, ruta, manzana, secuencia, piso, departamento), nombre , dirección, número de medidor, marca de medidor; así como también campos para registrar la lectura actual, causa de no lectura, novedad de lectura, fecha de toma de lectura y el lector.

Cabe recalcar que tanto la generación y la toma de lecturas se basan en el GeoCódigo, revisado anteriormente. La generación y distribución se basa en los tres primeros campos del GeoCódigo, es decir: Sector, Ruta, Manzana. Y los lectores para realizar la toma de lecturas de consumos realizados por cada cliente asignado, usan los códigos correspondientes a la secuencia (que ubica el predio), piso y departamento (que ubica el medidor).

2.3.2.3 Ingreso de Datos.

Toda la información generada a través del trabajo de campo, es manejada a través de papeles por lo que una vez finalizado el tiempo asignado para la toma de lecturas, todos los libros de lecturas con la información requerida son entregados al personal encargado de la digitación de éstas en un Sistema Comercial.

Éste subproceso se lo realiza una vez que los lectores han ido al campo y han tomado y registrado las lecturas de los medidores de los respectivos clientes en los libros de lecturas.

2.3.2.4 Validación de lecturas.

Como se puede ver, el trabajo realizado en campo es susceptible a errores, bien por una mal interpretación de la lectura del medidor por parte del lector o simplemente porque el lector puso arbitrariamente las lecturas pudiendo desembocar en consumos no reales.

También se puede dar el caso en que el medidor haya dejado de funcionar o que el cliente haya alterado el medidor para que no marque correctamente los consumos realizados por dicho cliente.

Mediante éste subproceso se puede revisar aquellas lecturas cuyos valores están fuera de rango, o no están acorde con el consumo promedio general de un determinado cliente, o poseen consumos cero.

Una vez detectadas todas las lecturas de consumo erróneas y de acuerdo al criterio de la persona responsable de la validación (De acuerdo a las reglas propias de cada Empresa de agua potable), se procede a determinar si es necesario mandar a inspeccionar los medidores para determinar si hubo un error en la toma de lecturas o a su vez determinar si el medidor está dañado o alterado.

También se aplica una inspección para aquellas lecturas que no pudieron ser tomadas cuando se realizó el subproceso de Toma de Lecturas, es decir aquellas que presentan causas de no lecturas.

2.3.2.5 Re aplicación de Lecturas.

Una vez identificadas las lecturas que requieren una inspección se generan sus respectivos listados, los cuales se entregan a los inspectores para que procedan con el trabajo correspondiente, ya sea inspección o re aplicación.

En ambos casos el inspector procede a verificar y registrar la lectura actual de consumo o en caso no de poder obtener la lectura, registra la “Causa de no Lectura” y las “novedades”.

Finalmente una vez realizado el respectivo trabajo de campo se procede a entregar los listados a los encargados de digitar nuevamente esta información en un Sistema Comercial.

2.4 ANÁLISIS DEL PROCESO DE FACTURACIÓN DE CONSUMOS DE AGUA POTABLE.

Una vez concluido el proceso de “Lecturas”; es decir se han tomado las lecturas de los medidores de cada cliente, se ha ingresado y validado la información, se han realizado re aplicaciones y se ha corregido cualquier posible error en las lecturas, se procede a continuar con el proceso de facturación.

2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBPROCESOS CORRESPONDIENTES AL PROCESO DE FACTURACIÓN.

Como se mencionó anteriormente el proceso de Facturación contiene varios subprocesos en sí, los cuales son:

- ◆ Pre facturación.
- ◆ Facturación.
- ◆ Emisión de Facturas.
- ◆ Entrega de Facturas a Domicilio.

Como vimos en el proceso de “Toma de Lecturas” se aseguraba que no existan errores a nivel de consumos, para éste proceso se valida a nivel de dinero o valores a facturarse.

A continuación se realizará un análisis de cada subproceso perteneciente al proceso de “Facturación”.

2.4.1.1 Pre facturación.

La “pre facturación” es una facturación simulada, es decir se realiza el proceso con los datos existentes en el momento pero sin afectar a los saldos de los clientes, estos datos se guardan en una tabla temporal, pero es posible ver sus resultados para realizar el análisis de los datos y resultados a nivel de valores. Con la validación de lecturas se realiza un control a nivel de consumos y metros cúbicos, con la pre facturación se realiza el control a nivel de dinero o valores a facturarse.

Antes de pre facturar es necesario revisar varios requisitos (también necesarios para el subproceso de facturación), estos son:

- ◆ Revisar el pliego tarifario, éste debe contener los datos correctos, si ya se ha facturado una vez, es muy poco probable que éste sufra alteraciones, por lo general se encuentra correcto.
- ◆ Se debe ingresar la tasa de interés por mora con la que se realizará los cálculos respectivos para los clientes que no hayan cancelado los consumos realizados.
- ◆ Los pagos deben estar actualizados hasta la fecha de facturación.
- ◆ Las lecturas del ciclo a facturar deben haber sido ingresadas en su totalidad, además se debe haber realizado el proceso de validación de lecturas, descartando cualquier posibilidad de error en las mismas, tanto de digitación como en la toma de lecturas, en el caso de que un cliente no tenga lectura, la lectura actual debe constar como 0 y debe tener un código de no lectura.

El objetivo del proceso pre-facturación es identificar consumos cero, consumos fuera de rango y desvíos de consumos. En caso de que exista errores en la pre facturación se debe revisar los datos críticos de los clientes, por ejemplo: que la cuenta se encuentre en estado activo, revisar el estado del medidor, estado de servicio de agua potable, la tarifa que ha sido asignada al cliente, la última lectura, la lectura anterior y la lectura actual del cliente, revisar si emite o no planilla de agua potable o alcantarillado.

El Departamento de Crítica de Lecturas realiza el análisis respectivo de los reportes de pre facturación e identifica los clientes con desvíos de consumo para su corrección.

Una vez que el proceso de pre-facturación se ha ejecutado correctamente y los datos son correctos se puede proceder a la facturación.

2.4.1.2 Facturación.

El proceso de Facturación realiza todos los cálculos requeridos internamente en un Sistema Comercial, el cual arrojará los mismos datos que en la pre facturación pero esta vez se afectarán los saldos y valores de los clientes, tanto del mes como los de Cartera.

Para ejecutar el proceso de facturación son necesarios los siguientes requisitos:

- ◆ El plan tarifario se encuentre actualizado.
- ◆ Los parámetros de intereses se encuentren actualizados.
- ◆ Los pagos deben estar actualizados hasta la fecha de facturación.
- ◆ Las lecturas del ciclo a facturar deben haber sido ingresadas en su totalidad.

El proceso de facturación está adaptado al reglamento de cada empresa, registros oficiales o cualquier documento legal que la empresa utilice como guía para éste proceso.

El proceso de facturación es bastante complejo, sin embargo de manera general se realiza lo siguiente:

1. Se liquida cualquier anticipo del cliente en caso de que exista y éste tenga saldos pendientes.
2. En caso que el cliente no haya cancelado valores del mes anterior, estos pasan a ser parte de la cartera y se suman a los saldos pendientes del cliente y a partir de estos saldos calcular los respectivos intereses por mora.
3. Con los datos de los clientes y las lecturas ingresadas se calcula los consumos realizados, y de acuerdo a la tarifa que se le debe aplicar a cada cliente (pliego tarifario) se comienza a realizar los cálculos respectivos en los valores de consumo.

4. En estos cálculos se toman en cuenta las excepciones como son clientes con lectura actual "0" que tienen algún código de no lectura, a ellos se les facturará un consumo promedio.
5. En caso de clientes nuevos que tengan un crédito pendiente por contratos de agua potable, se procede a facturar el valor correspondiente a la cuota mensual en la factura por consumo del cliente.
6. Se realizan los descuentos respectivos al cliente dependiendo de las tarifas a ser aplicadas, por ejemplo tercera edad.
7. Una vez que se ha facturado los nuevos valores del mes nuevamente se liquida el anticipo en caso de existir y quedará únicamente los valores de la facturación restados los descuentos.

Como vimos anteriormente se facturan varios rubros como por ejemplo: consumos de agua potable, uso de alcantarillado, cuotas por créditos de contratos de agua potable, intereses por mora, descuentos. También se pueden facturar otros valores, dependiendo de la empresa, como por ejemplo valores por mantenimiento, etc.

2.4.1.3 Emisión de Facturas.

Una vez finalizado el subproceso de facturación, se procede a realizar la impresión de las respectivas facturas de consumos las cuales serán entregadas a cada cliente de la empresa.

Generalmente en nuestro país el organismo encargado de regular la emisión de facturas es el SRI, el cual, para el caso de empresas de agua potable autoriza la impresión de facturas, es decir si la empresa tiene autorización puede generar directamente las respectivas factura, caso contrario lo que se realiza es la impresión de avisos de pago para posteriormente cuando el cliente se acerca a cancelar sus consumos entregarle su respectiva factura pre impresa con el pago correspondiente.

2.4.1.4 Entrega de Facturas a Domicilio.

Una vez impresas todas las facturas de los clientes de la empresa, se procede a distribuirlas a cada cliente, para lo cual se aplica el mismo concepto utilizado para la distribución de los libros de lectura, en el proceso de “Toma de Lecturas”. Es decir se entrega las facturas a los lectores en base al sector, ruta y manzana para su distribución a los clientes.

2.5 ESTUDIO COSTO – BENEFICIO DEL USO DE TECNOLOGÍAS MÓVILES PARA LOS PROCESOS DE TOMA DE LECTURAS Y FACTURACIÓN

La viabilidad de un proyecto depende siempre de un análisis de rentabilidad exhaustivo que refleje entre otros datos la recuperación de la inversión realizada. En términos generales, los factores a considerar se engloban en dos grandes conceptos: COSTO y BENEFICIO, es decir se debe cuantificar los costos que implica el desarrollo del proyecto y los beneficios obtenidos a través de éste, y en base a estos conceptos determinar la viabilidad del proyecto.

Se debe tener presente que los costos son tangibles, es decir se pueden medir en alguna unidad económica, mientras que los beneficios pueden ser tangibles y no tangibles.

Si este análisis está bien fundamentado y concluye en una cifra atractiva, el proyecto califica. Sin embargo, los proyectos de desarrollo de sistemas de información son la excepción de esta regla de oro, debido a que un sistema aplicativo puede producir una gama tan grande e indefinible de servicios y logros difíciles de cuantificar, que convierten la tarea de estimar los beneficios tangibles, que ofrecerá el sistema una vez concluido y puesto en servicio, en algo extremadamente complejo y difícil.

En resumen, para realizar el análisis costo - beneficio, a más de los costos, se debe determinar **beneficios tangibles**, es decir, que puedan ser medidos en forma numérica. Además, se debe tener en cuenta que posiblemente las ventajas

intangibles (las cuales no se puede establecerlas económicamente) pueden compensar sin problemas a las ventajas financieras.

2.5.1 COSTOS.

Para el presente análisis se estimará para una empresa de agua potable mediana con un promedio de 30.000 clientes.

2.5.1.1 Costos operativos del proceso normal de toma de lecturas y facturación sin automatización.

De los procesos de toma de lecturas y facturación se determinará los costos de lo siguiente:

- ◆ Sueldos de personal de digitación, toma de lecturas y entrega de avisos de pagos, operador de impresiones de avisos de pago.
- ◆ Recursos en hojas e impresiones.

Se estima que se requerirá 10 lectores los cuales realizarán un promedio de 250 lecturas al día. Se debe de tener en cuenta que los lectores, adicionalmente del recorrido normal de toma de lecturas, deben realizar un segundo recorrido para la entrega de avisos de pago, por lo que se estima que se requiere 12 días para completar la toma de lecturas y posteriormente 12 días para la entrega de avisos de pago.

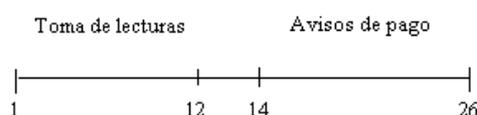


Figura 2 - 20: Tiempo estimado de toma de lecturas y entrega de avisos de pago
Elaborado por: El Autor

N° CLIENTES	N° LECTURAS/DIA/LECTOR	N° DIAS	N° LECTURAS/MES/LECTOR	N° LECTORES
30.000	250	12	3.000	10

Tabla 2 - 5: Lectores requeridos para proceso de toma de lecturas y facturación sin automatización.
Elaborado por: El Autor

PERSONAL PARA	NÚMERO DE PERSONAS	COSTO POR MES (USD \$)	COSTO TOTAL ANUAL (USD \$)
Digitación de lecturas	2	350	8.400
Toma de Lecturas y entrega de avisos de pago	10	350	42.000
Operador impresión Avisos de pago	1	350	4.200
Total Sueldo			54.600
Aportes IESS (12,15%)			6.634
TOTAL			61.234

Tabla 2 - 6: Costos por personal sin automatización.
Elaborado por: El Autor

Durante el proceso de toma de lecturas, se debe imprimir listados de clientes, para que en éstas hojas se puedan registrar las lecturas al momento en que los lectores proceden a tomar la lectura en campo. De la misma manera también se procede a imprimir los avisos de pago, para que luego del proceso de facturación se realice un nuevo recorrido(a más del realizado para la toma de lecturas) para la entrega de estos avisos.

A continuación se verá el análisis de los costos por hojas:

	N° CLIENTES	LECTURAS - AVISOS DE PAGO /HOJA	N° HOJAS/ MES	N° HOJAS/ RESMA	N° RESMAS /MES	VALOR RESMA	TOTAL MES (USD \$)	TOTAL AÑO (USD \$)
Toma de Lecturas	30.000	50	600	500	1,2	5	6	72
Avisos de pago	30.000	2	15.000	500	30	5	150	1.800
TOTAL							156	1.872

Tabla 2 - 7: Costos de recursos en hojas para proceso normal de toma de lecturas.
Elaborado por: El Autor

A continuación se verá el análisis de los costos por impresión:

	N° CLIENTES	N° HOJAS/ MES	N° HOJAS/ TONER	N° TONER/ MES	VALOR TONER	TOTAL MES (USD \$)	TOTAL AÑO (USD \$)
Toma de Lecturas	30.000	600	1.500	0,4	60	24	288
Avisos de pago	30.000	15.000	1.500	10	60	600	7.200
TOTAL						624	7.488

Tabla 2 - 8: Costos de recursos en impresión para proceso normal de toma de lecturas.
Elaborado por: El Autor

A continuación se resume el costo operativo total anual del servicio de toma de lecturas y facturación sin automatización:

RECURSOS	TOTAL AÑO (USD \$)
Personal	61.234
Hojas	1.872
Impresión	7.488
TOTAL	70.594

Tabla 2 - 9: Costos operativos totales del servicio de toma de lecturas y facturación sin automatización.
Elaborado por: El Autor

2.5.1.2 Costos e Inversión del proyecto de LectoFacturación para el proceso de toma de lecturas y facturación.

Para la utilización del presente proyecto, además de los costos de desarrollo del sistema, se requiere realizar una inversión en equipos, además se debe tener en cuenta el costo del enlace de datos requerido para la replicación y también los suministros necesarios implicados en la etapa funcional del proyecto.

2.5.1.2.1 Costos de desarrollo.

Para el cálculo del costo de desarrollo de software, se tomó en cuenta los paquetes adicionales que deben comprarse para la implementación del módulo de LectoFacturación, a continuación se detalla lo que se requiere con respecto a software para el presente proyecto:

- ◆ Con respecto al desarrollo de la aplicación (como se indicó anteriormente, para el presente proyecto se usará Visual Studio .Net 2005), se debe tener una licencia de Visual Studio. También se puede desarrollar aplicaciones en visual c# 2005 Express que son gratuitas. Sin embargo, cabe recalcar, el cliente no debe comprar nada de esto, salvo el Sistema de LectoFacturación.
- ◆ De esta manera lo único que se necesita para la instalación de la aplicación móvil es el compact Framework 2.0, el cual es de libre distribución y sin costo alguno.

Para el presente análisis no se tomará en cuenta el costo de las licencias de desarrollo, ya que se asumirá que será usada la versión Express de .NET que es gratuita.

SOFTWARE	UNIDADES	COSTO UNITARIO (USD \$)	COSTO TOTAL (USD \$)
Compact Framework 2.0	1	0	0
Licencias de Desarrollo	1	0	0
TOTAL			0

Tabla 2 - 10: Inversión en Licencias
Elaborado por: El Autor

Para el cálculo de los costos en personal de desarrollo, se toma en cuenta el personal necesario para el desarrollo del módulo de LectoFacturación, así como también el personal necesario para la implantación, tanto del aplicativo así como de la infraestructura necesaria para la interconexión de los dispositivos móviles y el sistema E – Business.

Para el desarrollo del presente proyecto, se requiere:

- ◆ Se requiere de personal de desarrollo.
- ◆ Se requiere personal encargado de implementar la infraestructura para el proyecto, así como la implantación de la aplicación y las pruebas correspondientes.
- ◆ Se requiere personal encargado de la capacitación.

- ◆ Se requiere personal encargado de la dirección o gestión del proyecto.

Se tomará en cuenta un período de 6 meses para desarrollo, 2 meses para pruebas e implantación y un mes para capacitación (incluido en los 6 meses).

Adicionalmente se tiene previsto el cobro de una licencia anual por el uso del sistema de LectoFacturación por un valor de \$150 por cada equipo.

A continuación se detalla los costos implicados en el desarrollo:

PERSONAL	NÚMERO DE MESES	NÚMERO DE PERSONAS	COSTO POR MES (USD \$)	APORTES IESS (12,15%)	COSTO TOTAL (USD \$)
Líder de proyecto	6	1	800	97	5.382
Programación o desarrollo	6	1	600	73	4.038
Implantación de infraestructura, aplicación y pruebas.	2	1	600	73	1.346
Capacitación	1	1	600	73	673
Total Sueldo					11.439
Valor Sistema					20.000
TOTAL					31.439

Tabla 2 - 11: Costos de desarrollo
Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.2 *Costos de personal*

Debido a que ya no es necesaria la digitación de lecturas (se lo realiza al instante en que es replicada la información a través del dispositivo móvil) se puede ahorrar en personal de digitación, de la misma manera se puede prescindir de personal encargado de la impresión de avisos de pago.

También se debe tener en cuenta que el personal de toma de lecturas, en un solo recorrido realizará la toma de lecturas y entrega de avisos de pago, por lo que no será necesario realizar un segundo recorrido, contando de esta manera con más días para completar el proceso de toma de lecturas y facturación.

N° CLIENTES	N° LECTURAS/DIA/LECTOR	N° DIAS	N° LECTURAS/MES/LECTOR	N° LECTORES
30.000	250	26	6.500	5

Tabla 2 - 12: Lectores requeridos para proceso de toma de lecturas y facturación con automatización.

Elaborado por: El Autor

PERSONAL	NÚMERO DE PERSONAS	COSTO POR MES (USD \$)	COSTO TOTAL ANUAL (USD \$)
Toma de Lecturas y entrega de avisos de pago	5	350	21.000
Total Sueldo			21.000
Aportes IESS (12,15%)			2.552
TOTAL			23.552

Tabla 2 - 13: Costos por personal con automatización.

Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.3 Inversión en Equipos.

Para obtener el costo de la inversión en equipos, se toma en cuenta el número de lectores requeridos para completar el proceso de toma de lecturas. Como vimos anteriormente se requiere un total de cinco lectores, por lo cual se considerará el uso de 5 pockets PC no industriales y las correspondientes impresoras inalámbricas, además se considerará el 14% del valor por concepto de la importación de los equipos.

EQUIPOS	UNIDADES	COSTO UNITARIO (USD \$)	IMPORTACION (14%)	COSTO TOTAL (USD \$)
Pocket PC no industriales	5	300	42	1.710
Impresoras Extech	5	300	42	1.710
TOTAL				3.420

Tabla 2 - 14: Inversión en Equipos.

Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.4 Costo de mantenimiento de equipos.

También se considerará en el análisis, un costo anual del 15% del valor de los equipos por concepto de mantenimiento y un costo anual del 10% del valor de los equipos por concepto de garantías o seguros de los equipos, para casos de robo o pérdida.

EQUIPOS	UNIDADES	COSTO UNITARIO (USD\$)	GARANTIA (10%)	MANTENIMIENTO (5%)	TOTAL (USD \$)
Pocket PC no industriales	5	300	30	15	225
Impresoras Extech	5	300	30	15	255
TOTAL					450

Tabla 2 - 15: Costo de mantenimiento de equipos.
Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.5 Costo del enlace de datos.

Para la interconexión de los dispositivos móviles con sistemas E – Bussiness se requiere la contratación de los servicios de Internet ofertados por las operadoras celulares para cada PocketPC requerida.

	UNIDADES	COSTO UNITARIO POR MES (USD \$)	COSTO TOTAL ANUAL (USD \$)
Enlace de datos	5	20	1.200
TOTAL			1.200

Tabla 2 - 16: Inversión en enlaces de datos.
Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.6 Costos de suministros

Para obtener el costo de los suministros, se tomo en cuenta que para la impresión de avisos de pago se requerirá rollos de papel térmico. Primero se determinará el

número de avisos de pago que se pueden imprimir por cada rollo, para lo cual nos basamos en la longitud de cada rollo¹⁶ y en la longitud de cada aviso de pago¹⁷.

CM/ROLLO	CM/AVISO DE PAGO	AVISOS DE PAGO /ROLLO
1.524	16	95

Tabla 2 - 17: Número de impresiones de avisos de pago por rollo.

Elaborado por: El Autor

En base al número de avisos de pago que se puede imprimir se obtendrá el costo de los rollos necesarios para el proyecto de LectoFacturación.

	N° CLIENTES	AVISOS DE PAGO /ROLLO	N° ROLLOS/ MES	VALOR ROLLO	TOTAL MES (USD \$)	TOTAL AÑO (USD \$)
Avisos de pago	30.000	95	326	0.3	98	1.176
TOTAL					98	1.176

Tabla 2 - 18: Costos de recursos en impresión para proceso normal de toma de lecturas.

Elaborado por: El Autor

2.5.1.2.7 Resumen de costos e inversión del proyecto

Para el presente análisis serán considerados como inversión, los valores correspondientes a los costos de adquisición del sistema y de los equipos, ya que estos serán realizados una sola vez.

INVERSION	TOTAL (USD \$)
Sistema	31.439
Equipos	3.420
TOTAL	34.859

Tabla 2 - 19: Inversión total para la implantación del proyecto de LectoFacturación.

Elaborado por: El Autor

¹⁶ Dato obtenido del manual de usuario de la impresora térmica Extech S2500

¹⁷ Longitud del aviso de pago impreso a través de la aplicación móvil del presente proyecto

Los costos restantes, corresponden a costos operativos implicados en la etapa funcional del proyecto, a continuación se detalla los costos totales anuales implicados con el uso del presente proyecto:

COSTOS	TOTAL ANUAL (USD \$)
Mantenimiento equipos	450
Enlaces	1.200
Suministros	1.176
Personal	23.552
Licencia por uso de sistema	750
TOTAL	27.128

Tabla 2 - 20: Costos operativos del proyecto de LectoFacturación.
Elaborado por: El Autor

2.5.2 BENEFICIOS.

Como se había indicado anteriormente un proyecto puede generar beneficios tangibles y no tangibles.

A continuación se va a detallar los beneficios tangibles y no tangibles para a continuación, en base a los valores obtenidos poder analizar y determinar la viabilidad del proyecto.

2.5.2.1 Beneficios no tangibles (no cuantificables).

A continuación se lista los beneficios no tangibles que se obtendrán con el presente proyecto:

- ◆ **Mayor imagen de la empresa:** Debido a que se utiliza tecnologías móviles y el concepto de información en línea, se puede proyectar una mayor imagen de la empresa ya que se usa tecnología de punta en la mejora de procesos comerciales, a la vez que optimiza procesos y reduce costos.
- ◆ **Mejor atención al cliente:** Debido a que se dispone de información de facturación al instante en que es tomada la lectura, generando en el cliente más confiabilidad en los resultados generados, ya que el cliente puede

constatar personalmente la lectura y por consiguiente el consumo facturado.

- ◆ **Disponer de información oportuna:** Debido a que se generará información en línea de cartera para la empresa, ya que se dispondrá de la facturación instantánea de consumos de agua potable, con lo que la empresa podrá tomar mejores decisiones.

2.5.2.2 Beneficios tangibles (cuantificables).

La Inter conectividad de los dispositivos móviles con el sistema de facturación utilizando la red celular, permitirá agilizar los procesos de toma de lecturas de los medidores, ahorro de recursos y tiempo, además que mejorará la atención al cliente, y generará información en línea de cartera para la empresa.

Cabe destacar que las áreas de la empresa beneficiadas corresponden a las de facturación, generando en esta área mejoras en los procesos y aumento de la productividad.

Los principales beneficios generados son los siguientes:

- ◆ Ahorro en tiempo del proceso de toma de lecturas y facturación.
- ◆ Ahorro de recursos de personal de toma de lecturas, digitación y entrega de avisos de pagos.
- ◆ Ahorro de recursos en hojas e impresiones.

Una vez determinado los beneficios, se debe proceder a encontrar parámetros numéricos que reflejen los logros en términos económicos, a continuación se detalla los beneficios que se obtendrán.

2.5.2.2.1 Beneficios generados al reducir el tiempo del proceso de facturación.

El proceso de facturación es dependiente del proceso de toma de lecturas y por consiguiente al ingreso de éstas a un Sistema Comercial, que en algunos casos podría tardar alrededor de un mes. Con la implantación de éste proyecto se pretende reducir el tiempo de éste proceso a un día, ya que se generaría la

factura en el instante de ser tomada la lectura, específicamente el proceso se tardaría menos de un minuto.

Monetariamente el tiempo en realizar el proceso de facturación, repercute en las recaudaciones ya que se tiene que esperar que finalicé éste proceso para recaudar valores facturados alrededor de un mes atrás (generalmente el tiempo usado para el proceso de facturación).

Con la implementación del proyecto se pretende recuperar la recaudación de la facturación de un mes, es decir no tener que esperar un mes después de tomada la lectura para poder recaudar.

La información de cartera anteriormente era mensual, a hora con este proyecto la información de cartera es en tiempo real.

2.5.2.2.2 Beneficios generados por ahorro de recursos.

Como se indicó anteriormente, los beneficios generados con la implementación del proyecto, se relacionan con el ahorro de recursos debido al mejoramiento de los procesos de toma de lecturas y facturación, ya que al tener la información en línea se evita realizar el ingreso de lecturas a un Sistema de información (las lecturas son ingresadas a través del dispositivo móvil al momento de realizar la toma de lecturas), de esta manera se obtiene los siguientes ahorros de recursos:

- ◆ Ahorro de recursos de personal.
- ◆ Ahorro de recursos en hojas e impresiones.

Basándonos en los análisis de costos operativos para el proceso de toma de lecturas y facturación con automatización y sin automatización se obtendrá el beneficio en ahorro de recursos.

	COSTO TOTAL (USD \$)
Servicio de toma de lecturas y facturación sin automatización	70.594
Servicio de toma de lecturas y facturación con LectoFacturación.	27.128
TOTAL	43.466

Tabla 2 - 21: Beneficios en ahorro de recursos.
Elaborado por: El Autor

2.5.3 VIABILIDAD DEL PROYECTO

Una vez determinados los costos y beneficios se realizará el flujo de fondos correspondiente y en base a éste se realizará un estudio de viabilidad, donde se determina si el proyecto es factible o no; para lo cual se usará los métodos siguientes:

- ◆ **Relación Beneficio Costo:** Éste método consiste en la cuantificación de los costos y los beneficios que generará el proyecto y el cálculo de la relación Costo - Beneficio. Cuando la RCB es menor que uno, conviene realizar el proyecto.
- ◆ **Valor Actual Neto (VAN):** Refleja el valor actual de la empresa utilizando los flujos de efectivo proyectados tomando en cuenta una tasa de descuento. Cuando el VAN es positivo, conviene realizar el proyecto.
- ◆ **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Mide el retorno de la inversión, utilizando la proyección de los flujos para compararlo con una determinada Tasa de Descuento. Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, conviene realizar el proyecto.

A continuación se detallará el análisis de viabilidad realizado:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Sistema	-31.439	0	0
Equipos	-3.420	0	0
Mantenimiento	-450	-450	-450
Enlaces	-1.200	-1.200	-1.200
Suministros	-1.176	-1.176	-1.176
Personal	-23.552	-23.552	-23.552
Licencia Sistema	-750	-750	-750
TOTAL COSTOS	-61.987	-27.128	-27.128
Beneficio ahorro recursos	43.466	43.466	43.466
TOTAL BENEFICIOS	43.466	43.466	43.466
Flujo de Caja	-18.521	16.338	16.338
Flujo de Caja Neto	-18.521	-2.183	14.155
RCB	1,43	0,62	0,62
TIR(15%)	19%		
VAN	\$8.039,83		

Tabla 2 - 22: Cálculo del TIR Y VAN para determinar la viabilidad del proyecto
Elaborado por: El Autor

2.5.3.1 Conclusiones del análisis costo – beneficio.

El análisis muestra los siguientes resultados:

- ◆ **RCB:** Como se puede observar en la tabla 2-22, sólo en el primer año se observa un índice mayor a 1, en el resto de años el índice es menor a uno, lo que indica la viabilidad del proyecto.
- ◆ **VAN:** USD \$8.039,83. Es un valor positivo superior a las expectativas de la inversión, lo que demuestra que es un proyecto viable.
- ◆ **TIR:** 19%. Al compararla con la tasa de descuento del 15%, éste resultado muestra que es un proyecto viable, que supera las expectativas del inversionista por lo que se recomienda su implantación.

CAPITULO III.

DESARROLLO DEL MÓDULO PARA INTERCONEXION DE TECNOLOGIAS E BUSSINESS Y MOVILES

3.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS.

Esta sección tiene por objetivo capturar todos los requerimientos y restricciones que el sistema a desarrollar debe cumplir.

Para definir los requisitos funcionales y no funcionales se seguirá el estándar IEEE 830 [18] del cual se desarrollará los siguientes pasos:

- ◆ Introducción.
 - ▶ Ámbito del sistema.
 - ▶ Definiciones, acrónimos y abreviaturas.
 - ▶ Visión General de documento.
 - ◆ Descripción general.
 - ▶ Perspectiva del producto.
 - ▶ Funciones del producto.
 - ▶ Características de los usuarios.
 - ▶ Restricciones.
 - ▶ Suposiciones y dependencias.
 - ◆ Especificación de requerimientos.
 - ▶ Requisitos de Interfaces externas.
 - Interfaz de usuario.
 - Interfaz de software.
 - Interfaz de comunicación.
 - ▶ Requisitos funcionales.
 - Actores y casos de uso.
-

[18] "IEEE Std. 830 – 1998 Recommended Practice for Software Requirements Specifications".

- Detalle de casos de uso.
 - Caso de uso 1.
 - Descripción.
 - Caso de uso 2.
 - Descripción.
 - Caso de uso n.
 - Descripción.
- Diagrama de casos de uso.

3.1.1 INTRODUCCIÓN.

El siguiente subcapítulo contiene la especificación de los requerimientos de software (SRS) para el sistema móvil de LectoFacturación. Éste documento ha sido elaborado siguiendo el estándar IEEE 830.

3.1.1.1 Ámbito del sistema.

El ámbito del sistema móvil de LectoFacturación está determinado específicamente para las empresas de servicios de agua potable que necesiten automatizar el trabajo realizado en campo (Toma de Lecturas) y optimizar sus procesos de facturación de una manera eficiente.

De la misma manera se puede aplicar para empresas de servicios de energía eléctrica, las cuales lleven los procesos de toma de lecturas y facturación en base a consumos mensuales realizados por los clientes de éstas, de la misma manera que las llevadas por las empresas de agua potable.

3.1.1.2 Definiciones, acrónimos y abreviaturas.

Definiciones: Se detallan a continuación:

TÉRMINO	DESCRIPCIÓN
Medidores de Agua Potable:	A cada cliente que se le brinda el servicio de agua se le instala un medidor el cual registra de manera mecánica la cantidad de agua que pasa a través de él.
Trabajo de Campo:	Son los trabajos realizados fuera de oficina, en el caso de empresas de agua potable realizan toma de lecturas e inspecciones de medidores de agua, cortes y re conexiones de agua.
Personal de Campo:	Se refiere al personal de la empresa el cual realiza trabajo de campo.
Lectores:	Se refiere al personal de campo encargado de realizar la toma de lecturas.
Predio:	Es la ubicación del lote o casa donde se encuentra uno o varios medidores de agua.
GeoCódigo:	Unión de 6 campos de datos numéricos (Sector-Ruta-Manzana-Secuencia-Piso-Departamento) el cual representa la ubicación e identificación geográfica de una unidad de vivienda asentada en un determinado predio dentro de una zona definida.
ActiveSync	Software de sincronización de datos entre una PC y una Pocket PC.

Tabla 3 - 1: Definiciones, acrónimos y abreviaturas del módulo de LectoFacturación.
Elaborado por: El Autor

Acrónimos: Se definen a continuación.

ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN
SRS	Software Requirements Specifications.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
LECTOFACTURACION	Aplicación móvil para toma de lecturas y facturación on line para Empresas de Agua Potable.
HW	Hardware.
SW	Software.

Tabla 3 - 2: Acrónimos del módulo de LectoFacturación
Elaborado por: El Autor

3.1.1.3 Visión General del documento.

El presente subcapítulo, correspondiente a la especificación de requerimientos, está dividido en tres partes. La primera parte contiene una introducción del SRS. La segunda parte contiene una descripción general del módulo, a través de la cual

se puede conocer las funciones, características de los usuarios, restricciones, suposiciones y dependencias que afectan al desarrollo del módulo. En la tercera y última parte se describe detalladamente los requerimientos que debe satisfacer el módulo, para lo cual se usará el lenguaje de modelamiento UML, es decir se realizará la descripción de requerimientos por medio de casos de uso.

3.1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL.

3.1.2.1 Perspectiva del producto.

El módulo móvil de LectoFacturación permite agilizar los procesos de toma de lecturas y facturación de las empresas de servicios de agua potable, automatizando el trabajo en campo (valiéndose de tecnología inalámbrica y de dispositivos móviles) y permitiendo disponer de la información en línea, a través de Internet, por medio de las redes 3G de las operadoras celulares del país.

Cabe recalcar que debido al alcance del presente proyecto, el desarrollo de éste módulo contempla la demostración de la interconexión entre sistemas E- Business y móviles por lo que no se realizará un diseño de una base de datos relacional sino más bien el módulo deberá acoplarse a la base de datos comercial del sistema E - Business.

3.1.2.2 Funciones del producto.

- ◆ **Optimizar y automatizar el trabajo realizado en campo:** El módulo móvil de LectoFacturación automatiza los procesos de toma de lecturas y facturación de consumos (comúnmente el proceso de toma de lecturas se lo lleva a través de papel) a través de dispositivos móviles.
- ◆ **Mantener la información generada en línea:** El módulo móvil de LectoFacturación mantiene la información en línea, interconectándose a los sistemas E - Business de la empresa por medio de las redes de datos de las operadoras celulares del país, usando como medio el Internet.
- ◆ **Garantizar la información:** En caso de no poder replicar la información generada, debido a que no existe cobertura de la red o fallo en la

interconexión, el módulo móvil de LectoFacturación garantiza mantener almacenada la información localmente para posteriormente replicar dicha información.

- ◆ **Gestionar y asignar trabajo de lectores:** El módulo móvil de LectoFacturación contiene un módulo que permite gestionar el trabajo asignado a los lectores.
- ◆ **Imprimir avisos de pago:** El módulo móvil de LectoFacturación permite la impresión de avisos de pago, una vez tomada la lectura y calculado el consumo mensual por cliente, a través de impresoras térmicas inalámbricas por medio de Bluetooth.

3.1.2.3 Características de los usuarios

USUARIO	DESCRIPCIÓN
Administrador del sistema	Es el encargado de gestionar el módulo móvil, realizar la distribución y asignación de los libros de lectura a los lectores.
Lector	Es el encargado de realizar, trabajo de campo, los procesos de "Toma de Lecturas" y "Facturación", en base a los libros de lecturas asignados.

Tabla 3 - 3: Características de los usuarios del módulo LectoFacturación.
Elaborado por: El Autor

3.1.2.4 Restricciones.

- ◆ El módulo funcionará en una arquitectura cliente servidor para el módulo de gestión y una arquitectura móvil para el módulo de LectoFacturación, con interconexiones a través de accesos por medio de "Web Services".
- ◆ El módulo no considerará otras actividades realizadas en campo a más de los procesos de toma de lecturas y facturación.
- ◆ Por la naturaleza del lenguaje con el cual se implementará el módulo, sólo se podrá implementar en dispositivos móviles con sistema operativo Windows Mobile, es decir no se implementará sobre dispositivos móviles como Palms o celulares.
- ◆ No se podrá acceder al módulo a menos que se tenga previamente creado un usuario que tenga privilegios de acceso.

- ◆ Debido a que el módulo móvil de LectoFacturación se interconectará a los sistemas E - Business de las empresas, el módulo replicará la información generada en campo sobre la BDD comercial del sistema E - Business.

3.1.2.5 Suposiciones y dependencias.

- ◆ Se asume que los usuarios del módulo móvil tienen conocimientos sobre uso de dispositivos móviles, en especial con “Pockets PC”.
- ◆ Se asume que los usuarios del módulo móvil tienen conocimientos sobre uso de aplicaciones móviles para “Windows Mobile”.
- ◆ El tiempo de respuesta del módulo depende del tráfico de la red, y la cobertura de ésta.
- ◆ La información en línea depende de la disponibilidad de cobertura de las operadoras celulares con las que se trabaje.

3.1.3 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.

3.1.3.1 Requisitos de Interfaces externas.

Interfaz de usuario.

- ◆ El manejo de las interfaces se realizará por medio de dispositivos móviles o pocket PC a través de pantallas táctiles.
- ◆ El idioma de las interfaces será el español.
- ◆ Para el manejo de errores se emplearán cuadros de diálogo.
- ◆ Los mensajes de confirmación serán impresos en las interfaces de usuario.
- ◆ Para la impresión de avisos de pago se usará pockets PC e impresoras térmicas inalámbricas, para la interconexión de los dispositivos mencionados se usará bluetooth.

Interfaz de software.

Para que el módulo tenga un correcto funcionamiento se necesitará el siguiente software:

- ◆ **Servidor:**
 - ▶ Servidor Web Internet Information Services.
 - ▶ Soporte ASP .Net 2.0
- ◆ **Módulo Móvil:**
 - ▶ Deberá usar como sistema operativo “**Windows Mobile**” versión 5.0 o superior.
 - ▶ Deberá tener instalado “**Compact Framework 2.0**”.

Interfaz de comunicación.

- ◆ Para la interconexión entre el sistema E - Business empresarial y el módulo móvil de LectoFacturación, se lo realizará a través de accesos por “**Web Service**”, usando el servicio de Internet ofertado por las operadoras celulares del país con las que se trabaje.
- ◆ Los dispositivos móviles o Pockets PC deben tener acceso a Internet a través del servicio de una operadora celular.
- ◆ La comunicación con el módulo de gestión de LectoFacturación se lo realiza a través de los protocolos TCP/IP, bajo un entorno Cliente - Servidor.
- ◆ Para la interconexión entre dispositivos móviles (pocket e impresoras térmicas) se usará “**Bluetooth**”.

3.1.3.2 Requisitos funcionales.

A continuación se detalla los requisitos funcionales, usando para esto casos de uso.

Para la especificación de casos de uso se usara la siguiente plantilla:

ESPECIFICACION DEL CASO DE USO: NOMBRE DE CASO DE USO	
Descripción general:	Descripción del caso de uso.
Actores:	Actores involucrados en el caso de uso.
Pre-Condiciones:	Condiciones para ejecutar el caso de uso.
Pos-Condiciones:	Resultados del caso de uso.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
n	Acciones realizadas por el actor.	Acciones realizadas por el sistema.

Flujos Alternativos

Paso	Actor(es)	Sistema
n.a1 DESCRIPCION DEL FLUJO ALTERNATIVO		
n.a1.a2	Acciones realizadas por el actor.	Acciones realizadas por el sistema

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FEn: DESCRIPCION DEL FLUJO DE ERROR		
FEn-e1	Acciones realizadas por el actor.	Acciones realizadas por el sistema

Donde:

- ◆ n: Número ordinal que identifica el paso del flujo base.
- ◆ a1: Número ordinal correspondiente a un flujo alternativo.
- ◆ a2: Número ordinal que identifica el paso de un flujo alternativo.
- ◆ FEn: Identificador alfanumérico correspondiente a un flujo de error.
- ◆ e1: Número ordinal que identifica el paso de un flujo de error.

3.1.3.2.1 Actores.

A continuación se detallará los actores involucrados en el módulo:

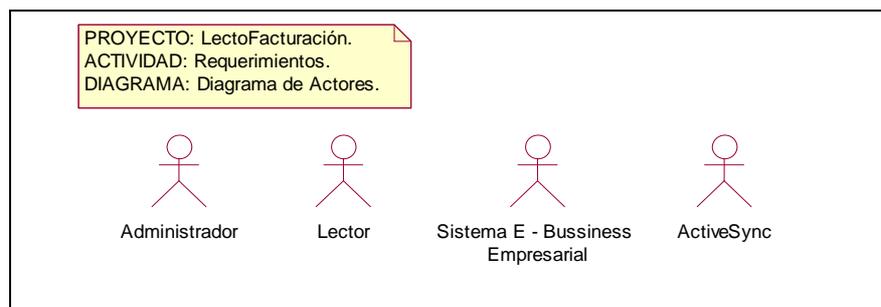


Figura 3 - 1: Diagrama de Actores
Elaborado por: El Autor

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Administrador	Es el encargado de gestionar el módulo móvil, realizar la distribución, asignación y carga de datos de los libros de lectura para cada lector.
Lector	Es el encargado de realizar (trabajo de campo) los procesos de "Toma de Lecturas" y "Facturación", en base a los libros de lecturas asignados.
Sistema E - Business Empresarial	Es el que estará interconectado con el módulo móvil recibiendo la información generada en campo (Replicación de Datos).
ActiveSync	Inicialmente no podría ser considerado como actor, ya que es un software utilizado para sincronizar datos entre la PocketPC y un PC, pero para el presente será considerado como tal, ya que por medio de éste se realizará la carga de datos para la LectoFacturación, correspondiente al proceso de asignación de libros de lectura a cada lector.

Tabla 3 - 4: Actores del módulo de LectoFacturación.
Elaborado por: El Autor

3.1.3.2.2 Diagrama General de Casos de Uso.

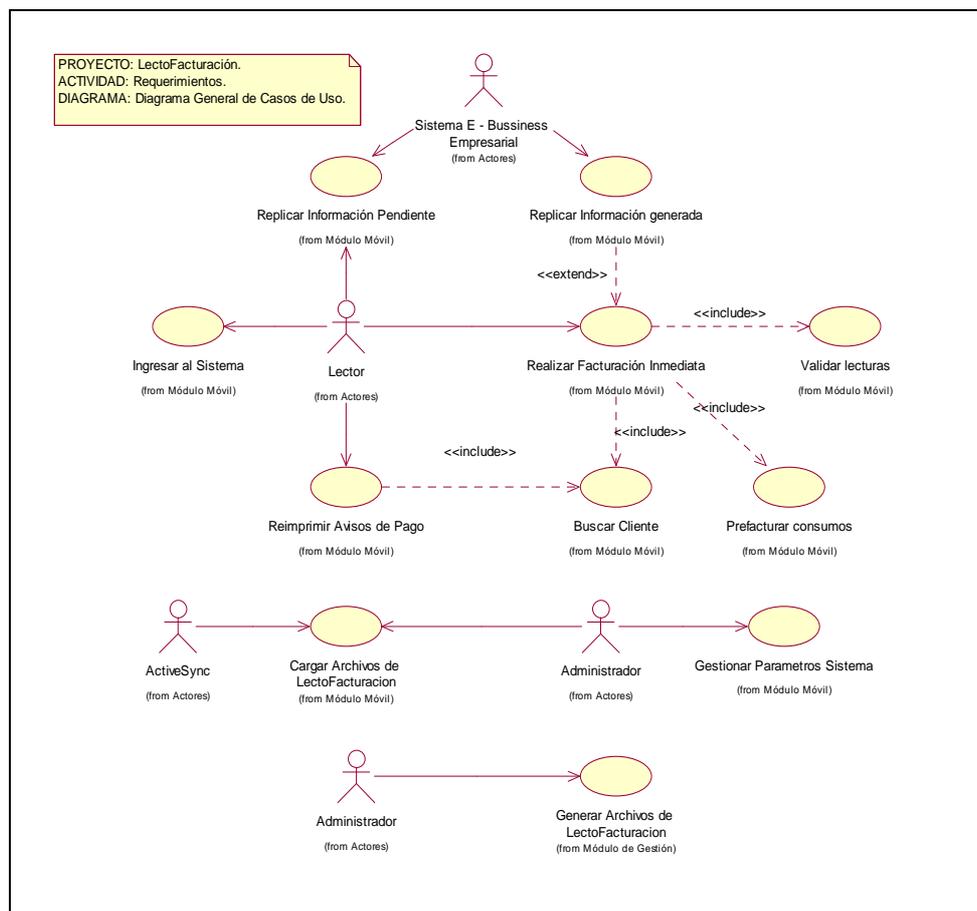


Figura 3 - 2: Diagrama General de Casos de Uso.
Elaborado por: El Autor

3.1.3.2.3 Caso de uso del módulo móvil: Ingresar al Sistema.

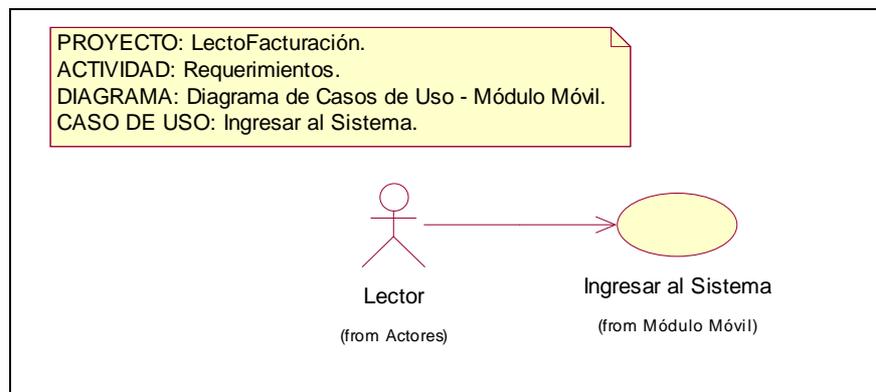


Figura 3 - 3: Diagrama de caso de uso: Ingresar al Sistema.
Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: INGRESAR AL SISTEMA	
Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir que el actor Lector se autentifique en el Módulo.	
Actores: Lector.	
Pre-Condiciones:	
Pos-Condiciones: El actor Lector se ha autenticado correctamente en el Módulo o la página de Login ha mostrado un error de autenticación.	

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El Actor ingresa su login y clave y hace clic en el botón de login.	
2		El módulo valida la información de login para a continuación mostrar la lista de lecturas que le corresponden tomar al lector.

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: LOGIN Y CLAVE INCORRECTO.		
FE1-1	El actor ingresa un login o clave inválidos que el módulo no reconoce.	
FE1-2		El módulo despliega un mensaje indicando que la información de login ingresada no es la correcta.

3.1.3.2.4 Caso de uso del módulo móvil: Realizar Facturación Inmediata

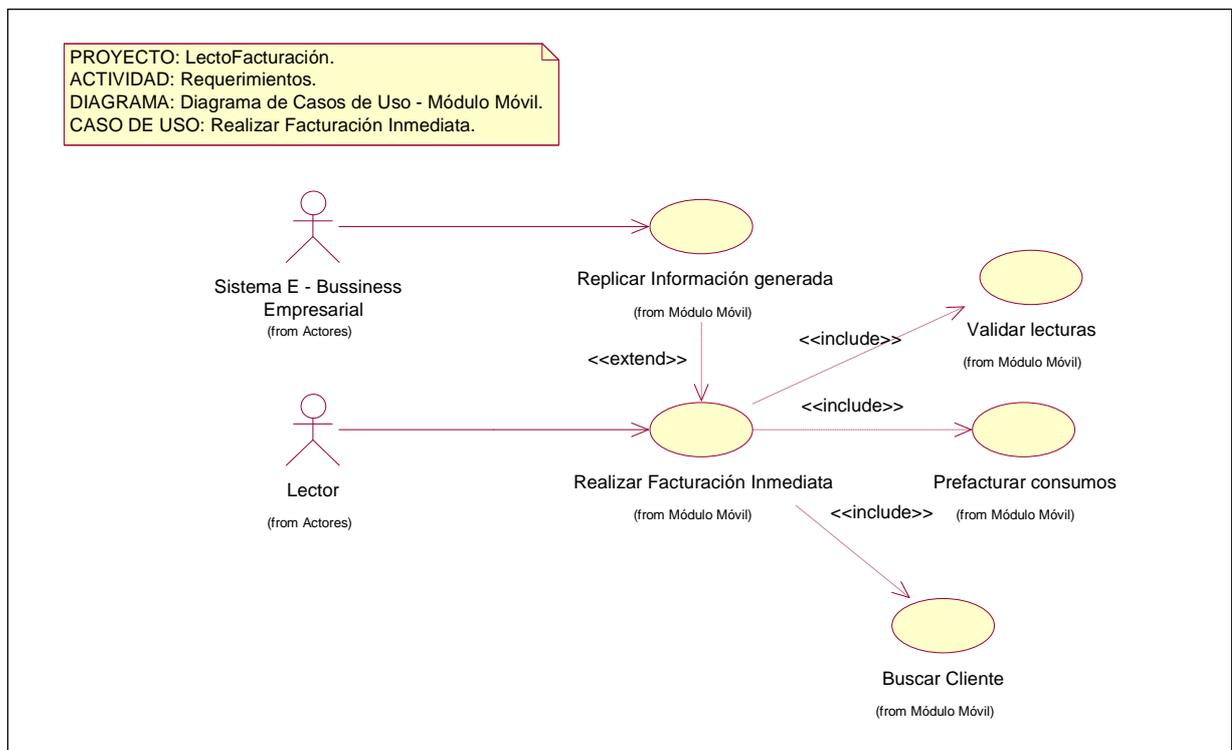


Figura 3 - 4: Diagrama de caso de uso: Realizar Facturación inmediata.
 Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir que el actor ingrese una lectura e inmediatamente realiza la facturación del consumo realizado.

Actores: Lector.
Pre-Condiciones: El Lector debe haberse autenticado correctamente en el módulo. El Lector debe haber seleccionado anteriormente un cliente.
Pos-Condiciones: El lector ha realizado la facturación del consumo obtenido a través de la lectura tomada por cada cliente.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1 Include:: Buscar Cliente	El Lector busca al cliente al que realizará la facturación inmediata.	
2	El Lector selecciona el cliente al que realizará la facturación inmediata.	
3		El módulo muestra la pantalla correspondiente al ingreso de lecturas.
4	El Lector ingresa la lectura tomada.	
5 Include:: Validar Lecturas		El módulo valida la lectura ingresada.
6 Include:: Prefacturar Consumos		El módulo realiza una Prefacturación del consumo realizado por el cliente.
7		El módulo realiza la facturación del consumo realizado por el cliente.

Paso	Actor(es)	Sistema
8 Extends:: Replicar información generada		El módulo verifica si existe comunicación a través de Internet para proceder a la replicación de la información generada sobre la base de datos del módulo E- Business empresarial.
9		El módulo muestra la información de la factura generada.
10	El lector imprime el aviso de pago con la información de la factura generada.	

Flujos Alternativos

Paso	Actor(es)	Sistema
4.1 EL LECTOR INGRESA UNA CAUSA DE NO LECTURA		
4.1.1	Si el lector no puede realizar la toma de lectura para determinado cliente, éste procede a ingresar una causa de no lectura.	
4.1.2		El módulo realiza la facturación en base al consumo promedio realizado por el cliente.
4.1.3 Extends:: Replicar información generada		El módulo verifica si existe comunicación a través de Internet para proceder a la replicación de la información generada.
4.1.4		El módulo muestra la información de la factura generada.

Paso	Actor(es)	Sistema
4.1.5	El lector imprime el aviso de pago con la información de la factura generada.	

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: LECTURA INCORRECTA		
FE1-1	Si el lector ingresa una lectura fuera de rango o no está acorde al consumo promedio.	
FE1-2		El módulo le indica que existe error con la lectura ingresada y detiene el proceso de facturación para que el lector verifique si la lectura ingresada es la correcta.
FE2: PREFACTURACIÓN DE CONSUMOS INCORRECTOS		
FE2-1		Si los valores prefacturados están fuera de rango.
FE2-2		El módulo le indica que existe error con los valores prefacturados y detiene el proceso de facturación para que el lector verifique si la lectura ingresada es la correcta.

FE3: NO SE PUDO REALIZAR LA REPLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA		
FE3-1		Si el módulo no pudo realizar la replicación, almacena dicha información localmente en el dispositivo móvil para que posteriormente sea replicada.
FE3-2		El módulo despliega un mensaje indicando que no se pudo realizar la replicación y que deberá realizarla posteriormente.

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: BUSCAR CLIENTE

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir que el actor realice una búsqueda de clientes de la lista o libros de lecturas asignados a cada lector en base a criterios de búsqueda.

Actores: Lector.

Pre-Condiciones: El Lector debe haberse autenticado correctamente en el módulo.

Pos-Condiciones: El Lector ha ubicado a un determinado cliente.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El lector ingresa un criterio de búsqueda del cliente que desea ubicar, ya sea el número de medidor o un GeoCódigo específico (o parte de éste como por ejemplo una secuencia específica).	
2		El módulo filtra los clientes de la lista o libro asignado por lector en base al criterio de búsqueda ingresado.

Paso	Actor(es)	Sistema
3		El módulo muestra la información del cliente o clientes que coincidan con el criterio de búsqueda ingresado.
4	El lector selecciona el cliente con el que desea trabajar.	

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: CRITERIO DE BÚSQUEDA INCORRECTO		
FE1-1	El lector ingresa un criterio de búsqueda que no coincide con ningún cliente asignado al lector.	
FE1-2		El módulo no despliega ningún cliente ya que no existen coincidencias con el criterio de búsqueda ingresado.

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: VALIDAR LECTURAS

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo validar que la lectura ingresada sea una lectura válida.

Actores: Lector.

Pre-Condiciones: El lector debe haber ingresado la lectura correspondiente al cliente al cual se realizará la facturación inmediata.

Pos-Condiciones: Proseguirá el proceso de facturación inmediata.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El Lector ha ingresado la lectura y ha dado clic en facturar.	

Paso	Actor(es)	Sistema
2		El módulo verifica si la lectura es ingresada por primera vez o la misma lectura ya ha sido ingresada anteriormente.
2		El módulo verifica que la lectura ingresada no este fuera de rango.
3		El módulo verifica que la lectura ingresada está acorde con el consumo promedio general.
4		El módulo continúa con el proceso de facturación.

Flujos Alternativos

Paso	Actor(es)	Sistema
2.1 EL LECTOR INGRESA UNA LECTURA CONFIRMADA Y VALIDADA DE ACUERDO AL MEDIDOR.		
2.1.1	Si el lector, una vez que el módulo le ha indicado que la lectura está fuera de rango, verifica que es la correcta y que es la que marca el medidor la ingresa nuevamente conjuntamente con una novedad que indique lo sucedido.	
2.1.2		El módulo verifica si es la segunda vez que ingresa la misma lectura, y si es así muestra un mensaje pidiéndole al lector que confirme si desea continuar.

Paso	Actor(es)	Sistema
2.1.3	El lector confirma que desea continuar.	
2.1.4		El módulo continúa con el proceso de facturación.

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: LECTURA FUERA DE RANGO		
FE1-1	Si el lector ingresa una lectura fuera de rango.	
FE1-2		El módulo despliega un mensaje indicando el error, y le indica que debe verificar la lectura para que sea reingresada.
FE2: LECTURA NO ACORDE CON EL CONSUMO PROMEDIO		
FE2-1	Si el lector ingresa una lectura no acorde al consumo promedio.	
FE2-2		El módulo despliega un mensaje indicando el error, y le indica que debe verificar la lectura para que sea reingresada.

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: PREFACTURAR CONSUMOS

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo realizar una Prefacturación y validar los valores generados.

Actores: Lector.

Pre-Condiciones: La lectura ha sido ingresada y validada.

Pos-Condiciones: Los consumos pre facturados han sido validados.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1		El módulo ha validado la lectura ingresada por el lector.
2		El módulo realiza una Prefacturación en base al consumo realizado.
3		El módulo valida los valores prefacturados.

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: VALORES PREFACTURADOS FUERA DE RANGO.		
FE1-1		Si los valores prefacturados están fuera de rango.
FE1-20		El módulo despliega un mensaje indicando el error.

3.1.3.2.5 Caso de uso del módulo móvil: Replicar Información Pendiente.

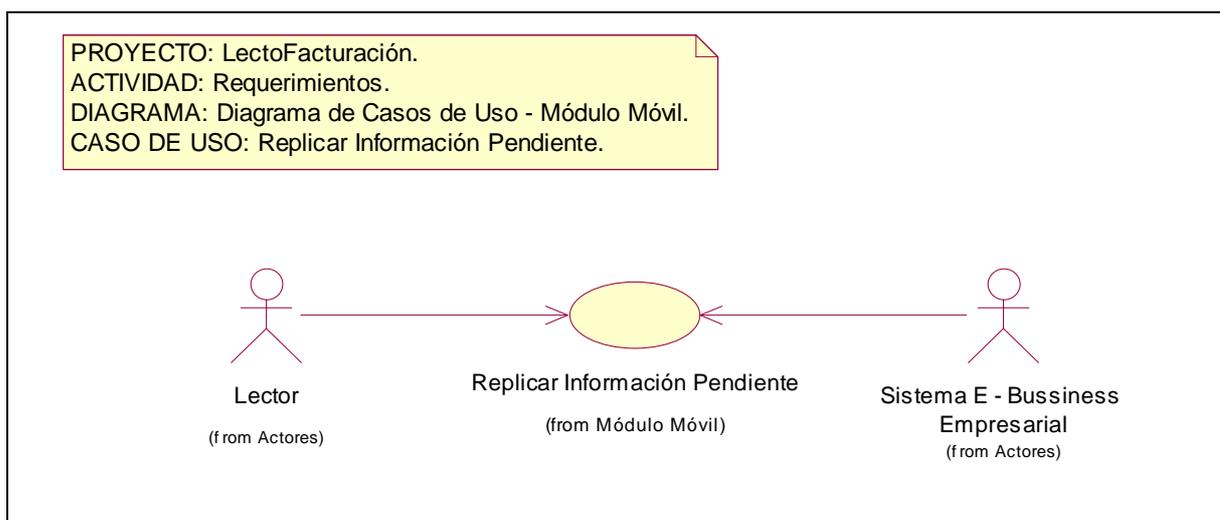


Figura 3 - 5: Diagrama de caso de uso: Replicar información pendiente.
 Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: REPLICAR INFORMACIÓN PENDIENTE

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir replicar la información generada en el proceso de facturación inmediata, y que por diferentes motivos no pudo ser replicada en dicho proceso.

Actores: Lector.

Pre-Condiciones: Exista información de valores ya facturados y que no han sido replicados.

Pos-Condiciones: La información pendiente de replicación ha sido replicada.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El lector ingresa a la pantalla que contiene la lista de clientes ya facturados pendientes de replicación.	
2	El lector hace clic en Replicar información pendiente.	
3		El módulo replica la información pendiente.

Flujos de Error

Paso	Actor(es)	Sistema
FE1: NO SE PUDO REALIZAR LA REPLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN PENDIENTE DE REPLICACIÓN.		
FE1-1		Si el módulo no pudo realizar la replicación, almacena dicha información localmente en el dispositivo móvil para que posteriormente sea replicada.

FE1-2		El módulo despliega un mensaje indicando que no se pudo realizar la replicación y que deberá realizarla posteriormente.
-------	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.1.3.2.6 Caso de uso del módulo móvil: Reimprimir Avisos de Pago.

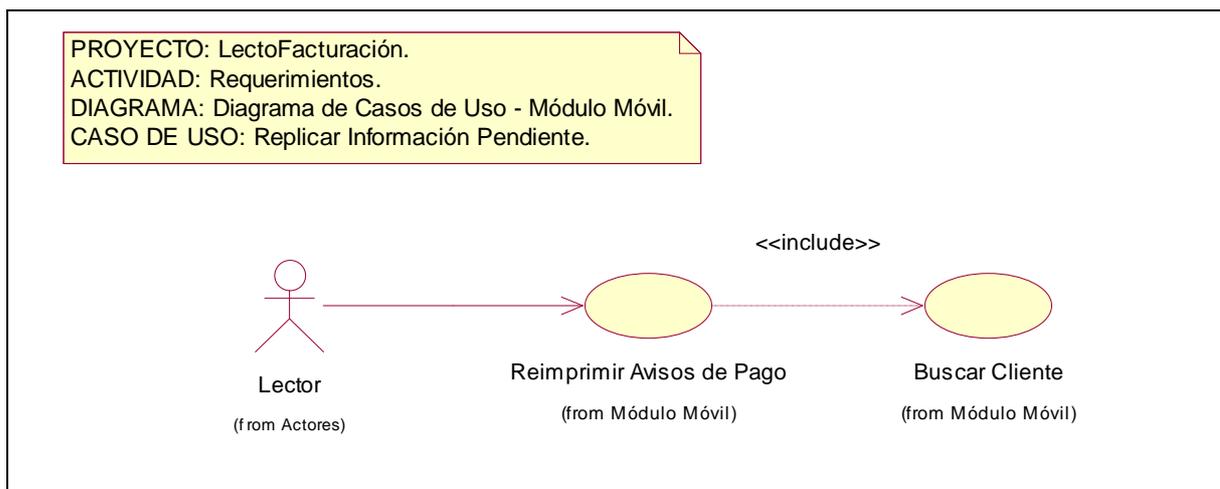


Figura 3 - 6: Diagrama de caso de uso: Reimprimir avisos de pago.
 Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO
Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir que el Lector pueda reimprimir un aviso de pago de cualquier cliente al que ya se le realizó la facturación inmediata.
Actores: Lector.
Pre-Condiciones: Escoger un cliente al que ya se ha realizado la facturación inmediata.
Pos-Condiciones: Se realizó la reimpresión del aviso de pago.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El lector ingresa a la pantalla que contiene la lista de clientes ya facturados.	
2 Include:: Buscar Cliente	El Lector busca al cliente al que realizará la reimpresión del aviso de pago.	
3	El lector selecciona el cliente al que realizará la reimpresión del aviso de pago.	
		El módulo muestra la pantalla con la información de la facturación generada.
4	El Lector hace clic en imprimir el aviso de pago.	

3.1.3.2.7 Caso de Uso del módulo Móvil: Cargar Archivos de LectoFacturación.

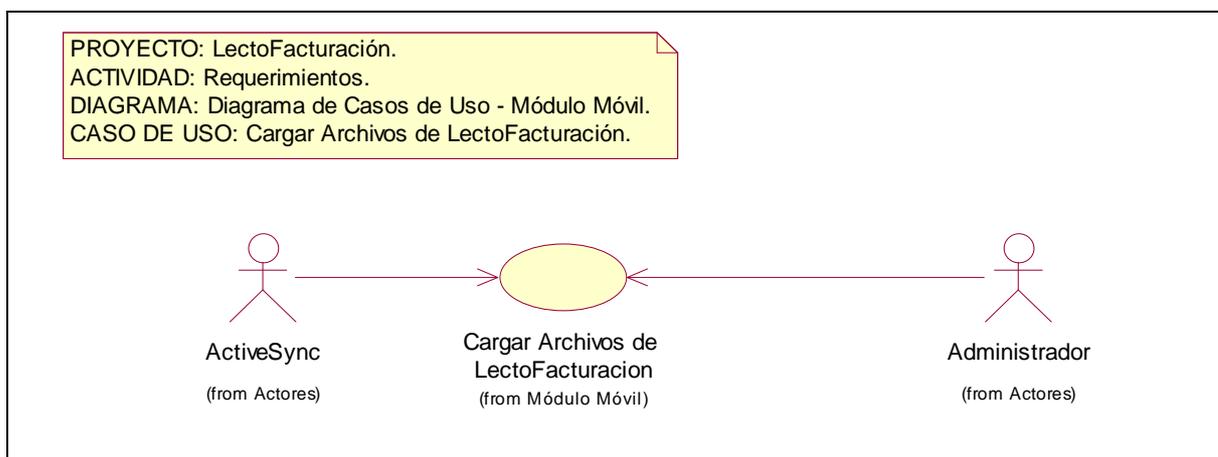


Figura 3 - 7: Diagrama de caso uso: Cargar Archivos de LectoFacturación.
Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: CARGAR ARCHIVOS DE LECTOFACTURACIÓN.

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo cargar a la aplicación móvil los archivos que contienen la información correspondiente a los libros de lectura que son asignados a cada lector.

Cabe recalcar que éste caso de uso no será una funcionalidad que ofrecerá el módulo móvil a los actores, sino más bien se especifica como un caso de uso, porque es un requerimiento que cubre el proceso de generación de libros de lectura, usados para la toma de lecturas.

Actores: Administrador, ActiveSync.

Pre-Condiciones: Que haya sido generados los archivos de LectoFacturación con la información correspondiente a los libros de lectura.

Dispositivo móvil sincronizado a través de ActiveSync.

Pos-Condiciones: Aplicación móvil lista para realizar la LectoFacturación.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El Administrador sincroniza el dispositivo móvil con el PC que contiene los archivos de LectoFacturación generados a través de ActiveSync.	
2	El Administrador copia los archivos de LectoFacturación en la respectiva carpeta de la aplicación instalada en el dispositivo móvil.	

3.1.3.2.8 Caso de Uso del Módulo de Gestión: Generar Archivos de LectoFacturación.

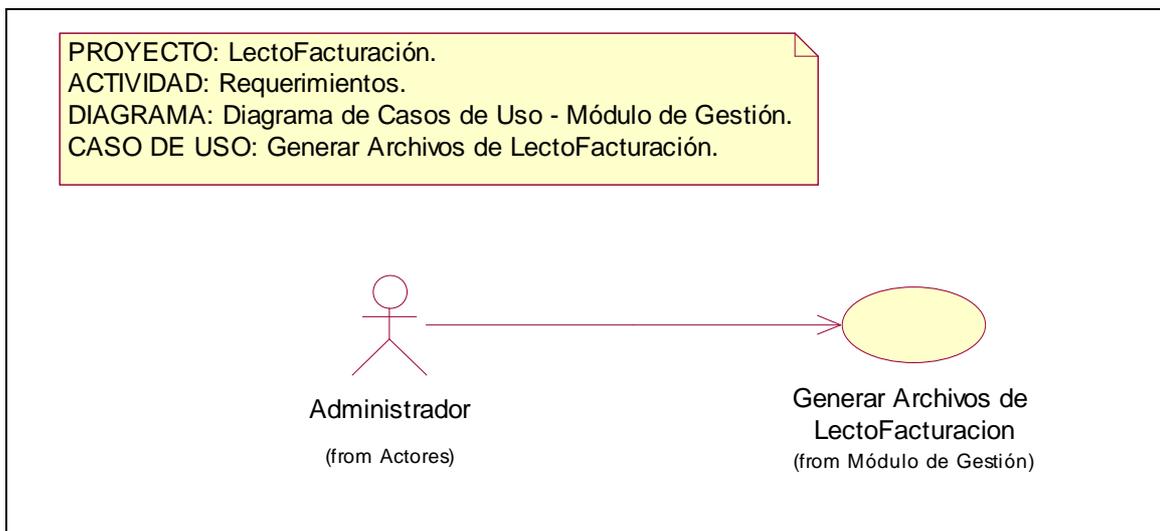


Figura 3 - 8: Diagrama de caso de uso: Generar Archivos de LectoFacturación.
 Elaborado por: El Autor

ESPECIFICACIÓN DEL CASO DE USO: GENERAR ARCHIVOS DE LECTOFACTURACIÓN.

Descripción general: Este caso de uso tiene por objetivo permitir que el Administrador genere los archivos de LectoFacturación, correspondientes a los libros de lectura que se asigna a cada lector.

Actores: Lector.

Pre-Condiciones: Ninguna.

Pos-Condiciones: Archivos de LectoFacturación listo para realizar la carga de archivos a los dispositivos móviles.

Flujo Base o Principal

Paso	Actor(es)	Sistema
1	El administrador ingresa a la aplicación de digitalización de lecturas.	

Paso	Actor(es)	Sistema
2	El administrador ingresa el año y mes de proceso así como también los datos de los sectores y rutas asignados a cada lector.	
3	El administrador hace clic en generar los archivos.	
4		El módulo de digitalización de lecturas accede a la información de la base de datos comercial y genera los respectivos archivos de lecturas.

3.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MÓDULO.

Para el desarrollo del modelo de análisis, se estudiarán los casos de uso especificados en el subcapítulo anterior. No es necesario detallar todos casos de uso, es así que a continuación sólo se detallarán los casos de uso más importantes, especialmente los relacionados con los procesos de toma de lecturas y facturación del módulo móvil.

3.2.1 MODELO DE ANÁLISIS DEL MÓDULO MÓVIL.

A continuación se presentan los diagramas de clases de análisis, los diagramas de colaboración, y los flujos de sucesos correspondientes a la realización de cada uno de los casos de uso del módulo móvil de LectoFacturación.

3.2.1.1 Realización de Casos de Uso: Ingresar al Sistema.

3.2.1.1.1 Diagrama de Clases de Análisis.

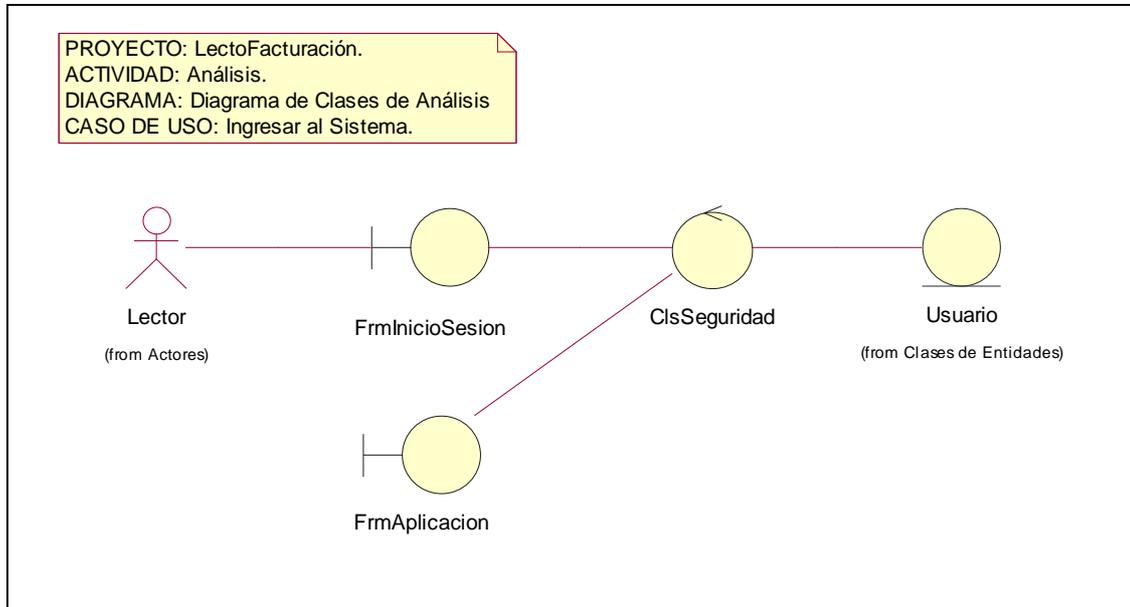


Figura 3 - 9: Diagrama de clase de análisis: Ingresar al Sistema.
 Elaborado por: El Autor

3.2.1.1.2 Diagrama de Colaboración.

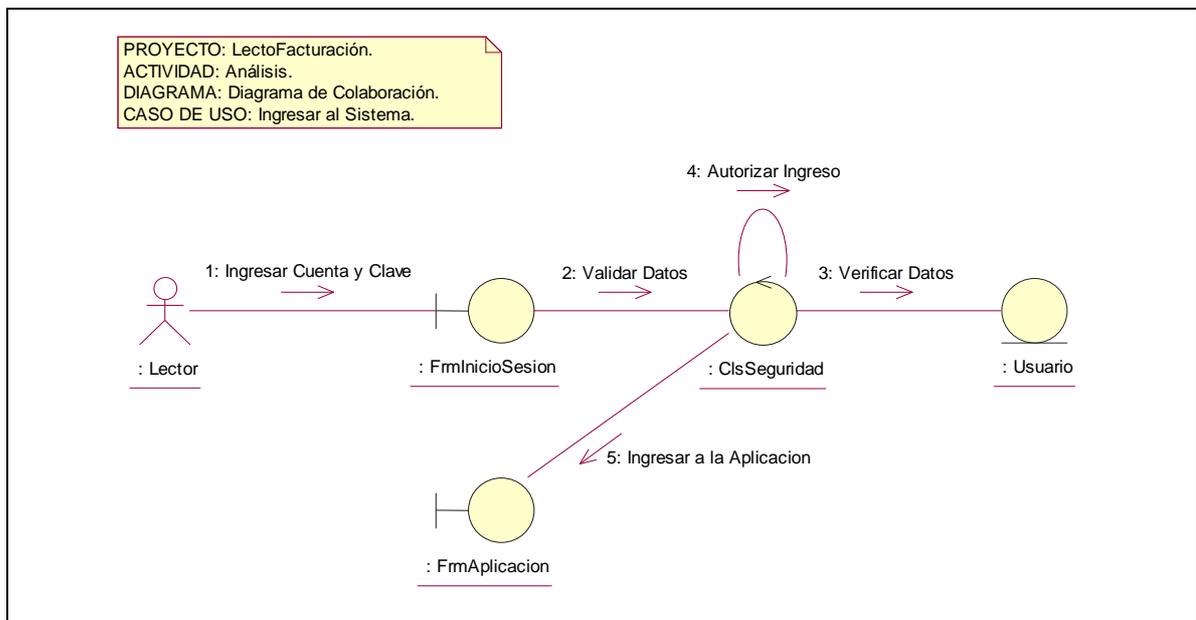


Figura 3 - 10: Diagrama de colaboración: Ingresar al Sistema
 Elaborado por: El Autor

**FLUJO DE SUCESOS – DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL CASO
DE USO: INGRESAR AL SISTEMA**

- 1) El Lector Ingresa los datos de su cuenta y clave a través del objeto de interfaz de usuario FrmInicioSesion.
- 2) El objeto FrmInicioSesion realiza la validación de los datos ingresados a través del objeto de control ClsSeguridad.
- 3) El objeto ClsSeguridad verifica los datos proporcionados contra el objeto de persistencia Usuario.
- 4) Si los datos proporcionados son los correctos el objeto ClsSeguridad Autoriza el ingreso.
- 5) Se ingresa a la aplicación y se despliega el objeto de Interfaz FrmAplicacion.

3.2.1.2 Realización de Casos de Uso: Realizar Facturación Inmediata

3.2.1.2.1 Diagrama de Clases de Análisis.

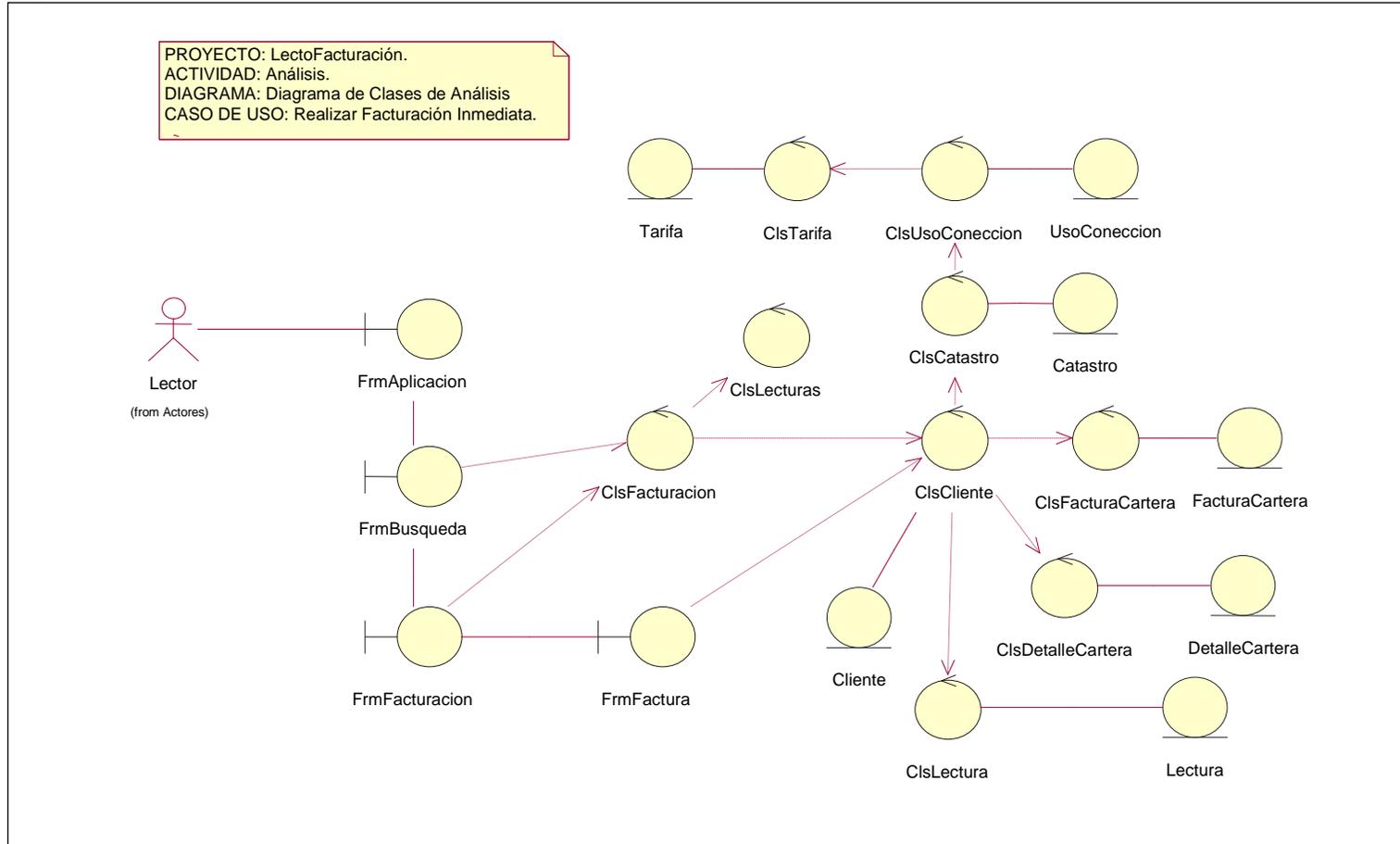


Figura 3 - 11: Diagrama de clase de análisis: Realizar facturación inmediata.
 Elaborado por: El Autor

3.2.1.2.2 Diagrama de Colaboración.

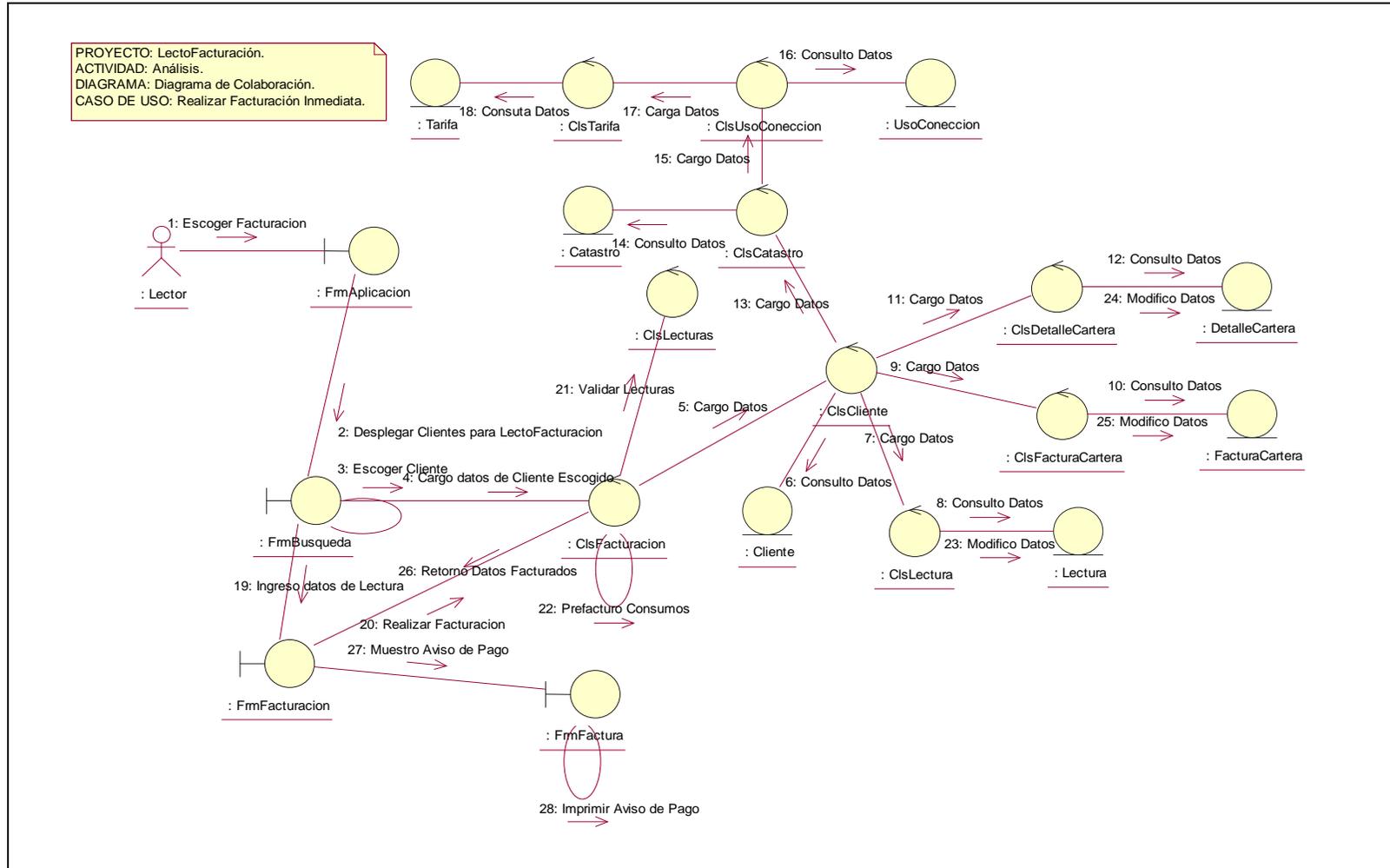


Figura 3 - 12: Diagrama de colaboración: Realizar facturación inmediata.
 Elaborado por: El Autor

**FLUJO DE SUCESOS – DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL CASO
DE USO: REALIZAR FACTURACIÓN INMEDIATA**

- 1) El Lector escoge la opción de "facturación" a través objeto de interfaz de usuario FrmAplicacion.
- 2) El objeto FrmAplicacion despliega el objeto FrmBusqueda, y a través de éste se muestra la lista de clientes a los que se les procederá a realizar la lectofacturación.
- 3) Se escoge un cliente de la lista mostrada a través del objeto FrmBusqueda y se escoge la opción de Facturación.
- 4 - 18) Se cargan los datos de catastro, cliente, factura cartera, detalle cartera, lecturas, pliego tarifario correspondientes al cliente escogido anteriormente.
- 19) Se ingresa los datos correspondientes a la lectura en caso de tenerla o causa de no lectura y/o novedad en caso de no poder tomar la lectura a través del objeto de Interfaz FrmFacturacion para a continuación proceder con la facturación.
- 20) Con los datos ingresados se realiza la facturación por medio del objeto de control ClsFacturacion.
- 21) El objeto ClsFacturacion realiza la validación de lecturas a través del objeto ClsLecturas.
- 22) El objeto ClsFacturacion realiza la Prefacturación de consumos.
- 23- 25) Se actualizan los valores generados en la facturación para Lecturas, Factura Cartera y DetalleCartera.
- 26) El objeto ClsFacturacion retorna el resultado de la facturación realizada al cliente escogido.
- 27) El objeto FrmFacturacion Muestra la información generada en la facturación (Aviso de Pago) a través del objeto de interfaz FrmFactura.
- 28) Se realiza la impresión del aviso de pago.

3.2.1.3 Realización de Casos de Uso: Reimprimir Avisos de pago

3.2.1.3.1 Diagrama de Clases de Análisis.

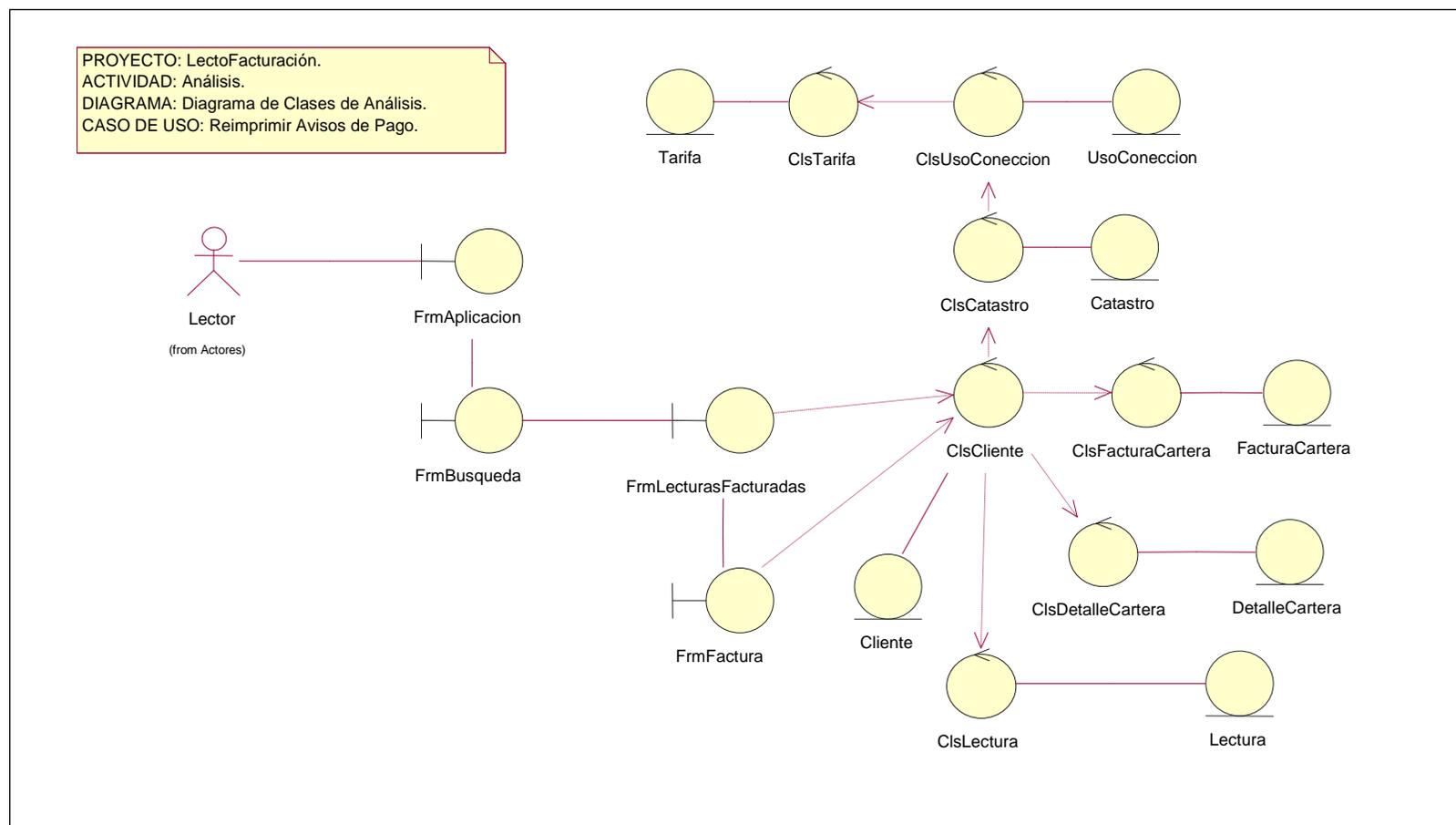


Figura 3 - 13: Diagrama de clase de análisis: Reimprimir Avisos de pago.
 Elaborado por: El Autor

3.2.1.3.2 Diagrama de colaboración.

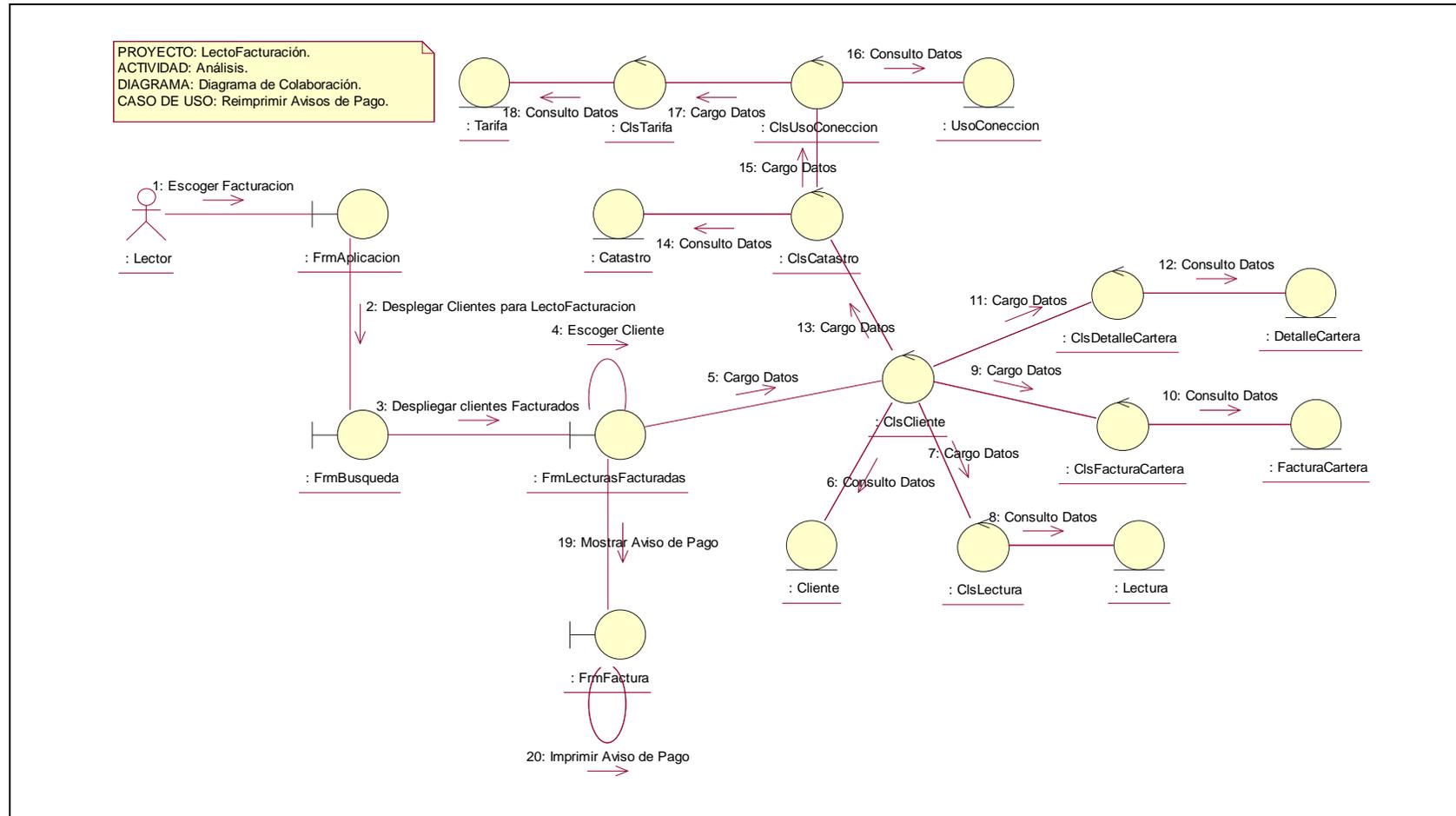


Figura 3 - 14: Diagrama de colaboración: Reimprimir avisos de pago.
 Elaborado por: El Autor

**FLUJO DE SUCESOS – DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL CASO
DE USO: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO.**

- 1) El Lector escoge la opción de “facturación” a través objeto de interfaz de usuario FrmAplicacion.
- 2) El objeto FrmAplicacion despliega el objeto FrmBusqueda, y a través de éste se muestra la lista de clientes a los que se les procederá a realizar la lectofacturación.
- 3) Se escoge la opción de Clientes Facturados y a continuación el objeto FrmBusqueda despliega el objeto FrmLecturasFacturadas a través de la cual se muestra todos los clientes a los que ya se les ha realizado la LectoFacturación.
- 4) Se escoge el cliente al cual se desea realizar la reimpresión del aviso de pago y se escoge la opción de reimprimir aviso de pago.
- 5 - 18) Se cargan los datos de catastro, cliente, factura cartera, detalle cartera, lecturas, pliego tarifario correspondientes al cliente escogido anteriormente.
- 19) El objeto FrmLecturasFacturadas despliega el objeto FrmFactura el cual muestra la información del aviso de pago con los datos del cliente cargados anteriormente.
- 20) Se realiza la impresión del aviso de pago.

3.2.1.4 Realización de Casos de Uso: Replicar Información Pendiente.

3.2.1.4.1 Diagrama de Clases de Análisis.

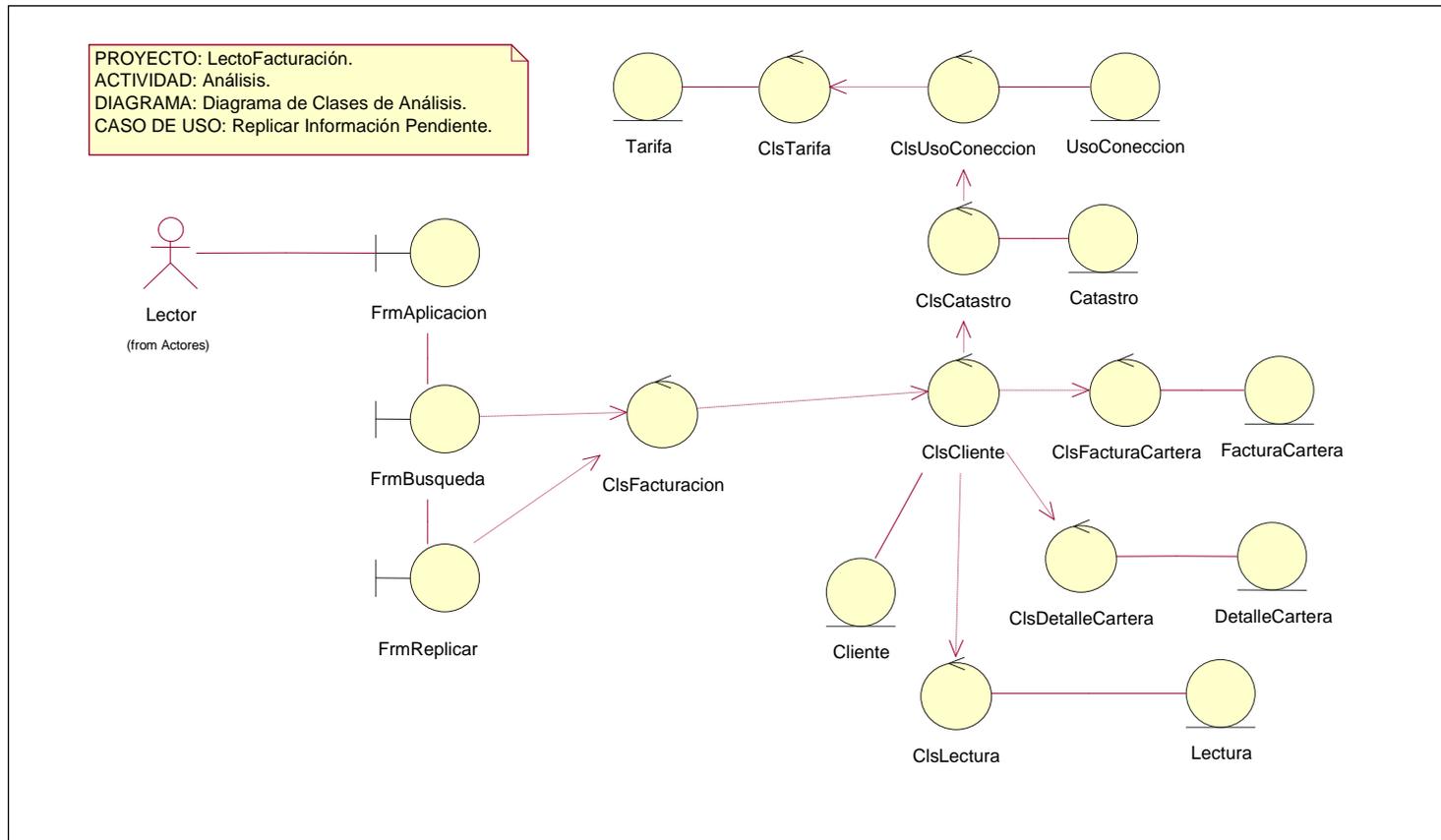


Figura 3 - 15: Diagrama de clase de análisis: Replicar información pendiente.
 Elaborado por: El Autor

3.2.1.4.2 Diagrama de Colaboración.

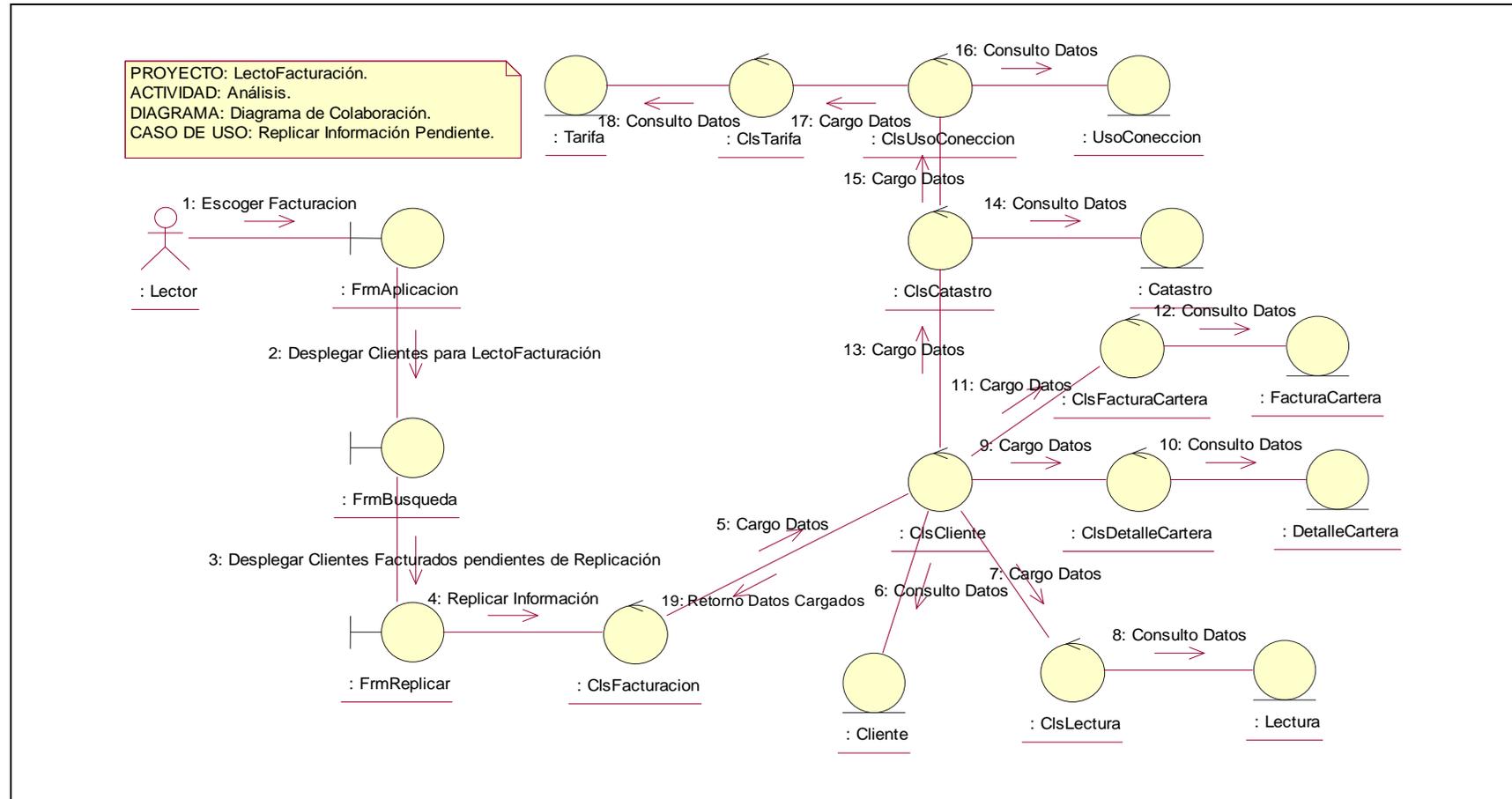


Figura 3 - 16: Diagrama de colaboración: Replicar información pendiente.
 Elaborado por: El Autor

FLUJO DE SUCESOS – DIAGRAMA DE COLABORACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL CASO DE USO: REIMPRIMIR AVISOS DE PAGO.

- 1) El Lector escoge la opción de “facturación” a través objeto de interfaz de usuario FrmAplicacion.
- 2) El objeto FrmAplicacion despliega el objeto FrmBusqueda, y a través de éste se muestra la lista de clientes a los que se les procederá a realizar la lectofacturación.
- 3) Se escoge la opción de Replicar facturas pendientes y a continuación el objeto FrmBusqueda despliega el objeto FrmReplicar a través de la cual se muestra todos los clientes a los que ya se les ha realizado la LectoFacturación pero, por distintos motivos, no se ha realizado la replicación de la información generada en la facturación.
- 4) Se realiza la replicación de información a través del objeto de control ClsFacturacion.
- 5 - 18) Se cargan los datos de catastro, cliente, factura cartera, detalle cartera, lecturas, pliego tarifario correspondientes a cliente pendiente de replicación.
- 19) Por cada información cargada de los clientes pendientes de replicación, el objeto de control ClsFacturacion realiza la replicación de datos.

3.2.2 DISEÑO DE CASOS DE USO.

El Diseño Orientado a Objetos pretende modelar un esquema y definir la arquitectura del módulo con el fin de satisfacer los requerimientos funcionales y no funcionales planteados anteriormente.

3.2.2.1 Diseño del caso de uso: Realizar Facturación Inmediata.

3.2.2.1.1 Diagrama de Actividades.

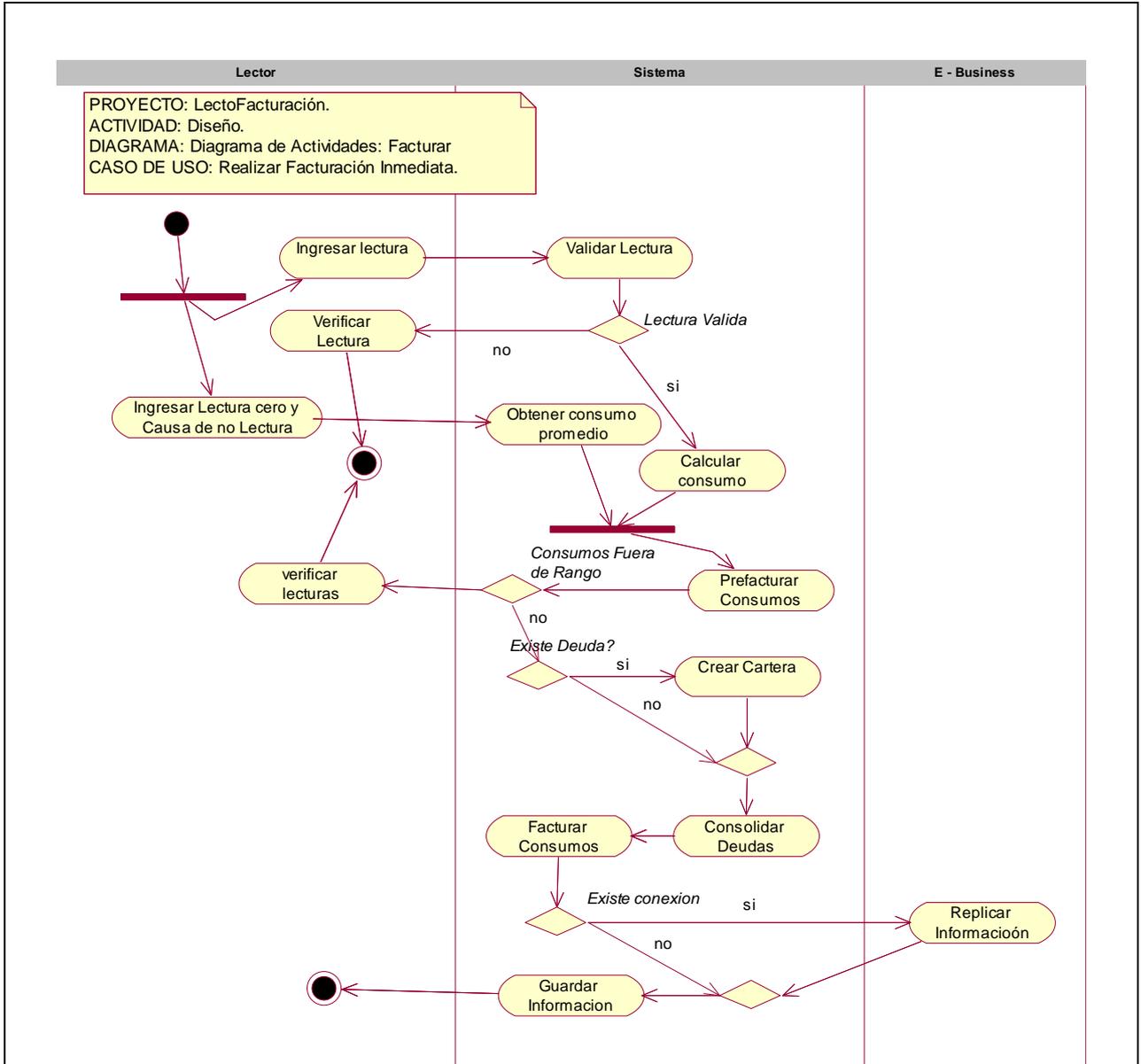


Figura 3 - 17: Diagrama de Actividades: Realizar Facturación Inmediata
Elaborado por: El Autor

3.2.2.2 Diseño del caso de uso: Reimprimir Avisos de pago.

3.2.2.2.1 Diagrama de secuencia.

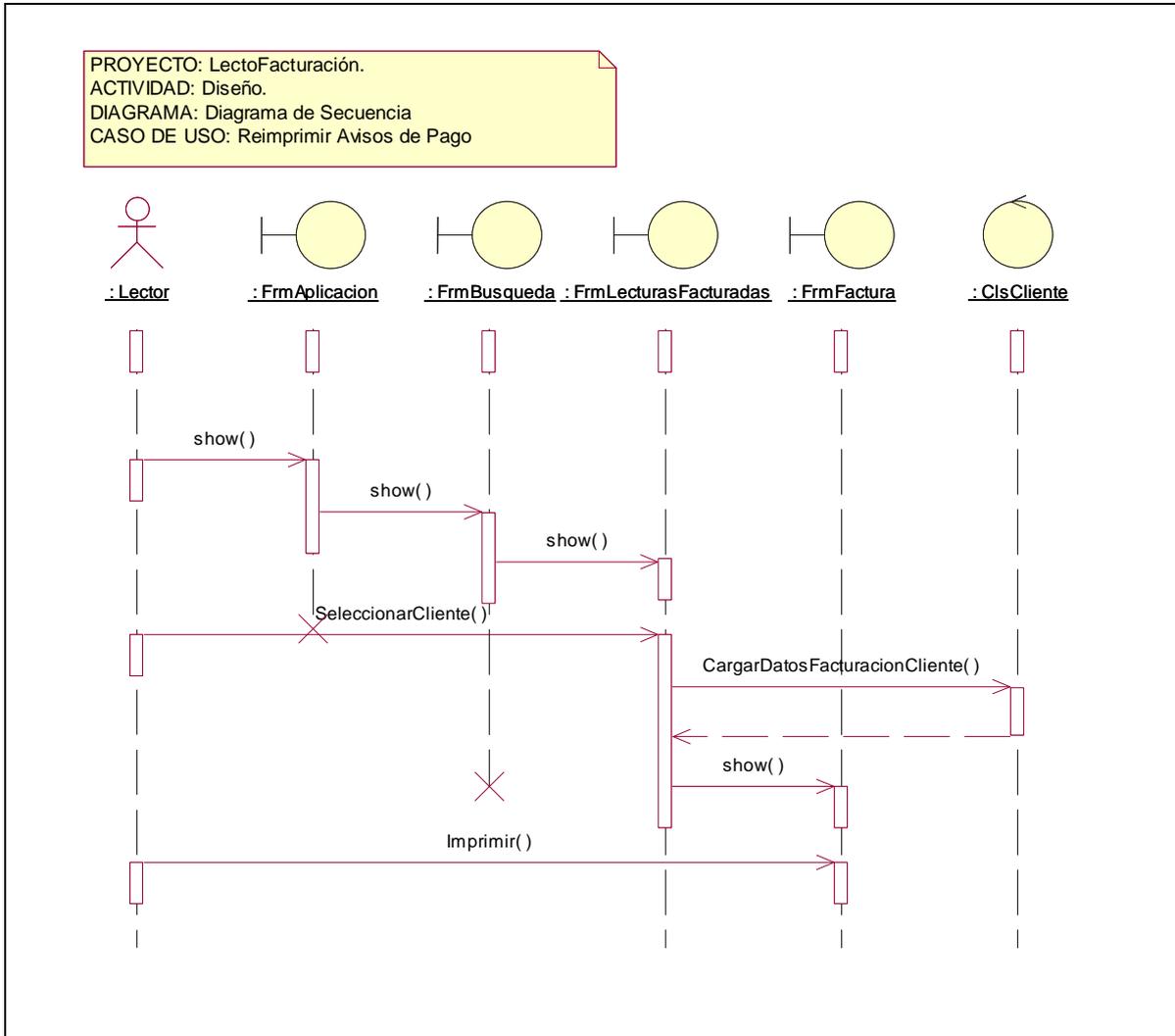


Figura 3 - 19: Diagrama de secuencia: Reimprimir Avisos de pago
 Elaborado por: El Autor

3.2.2.3 Diseño del caso de uso: Replicar información pendiente.

3.2.2.3.1 Diagrama de Secuencia.

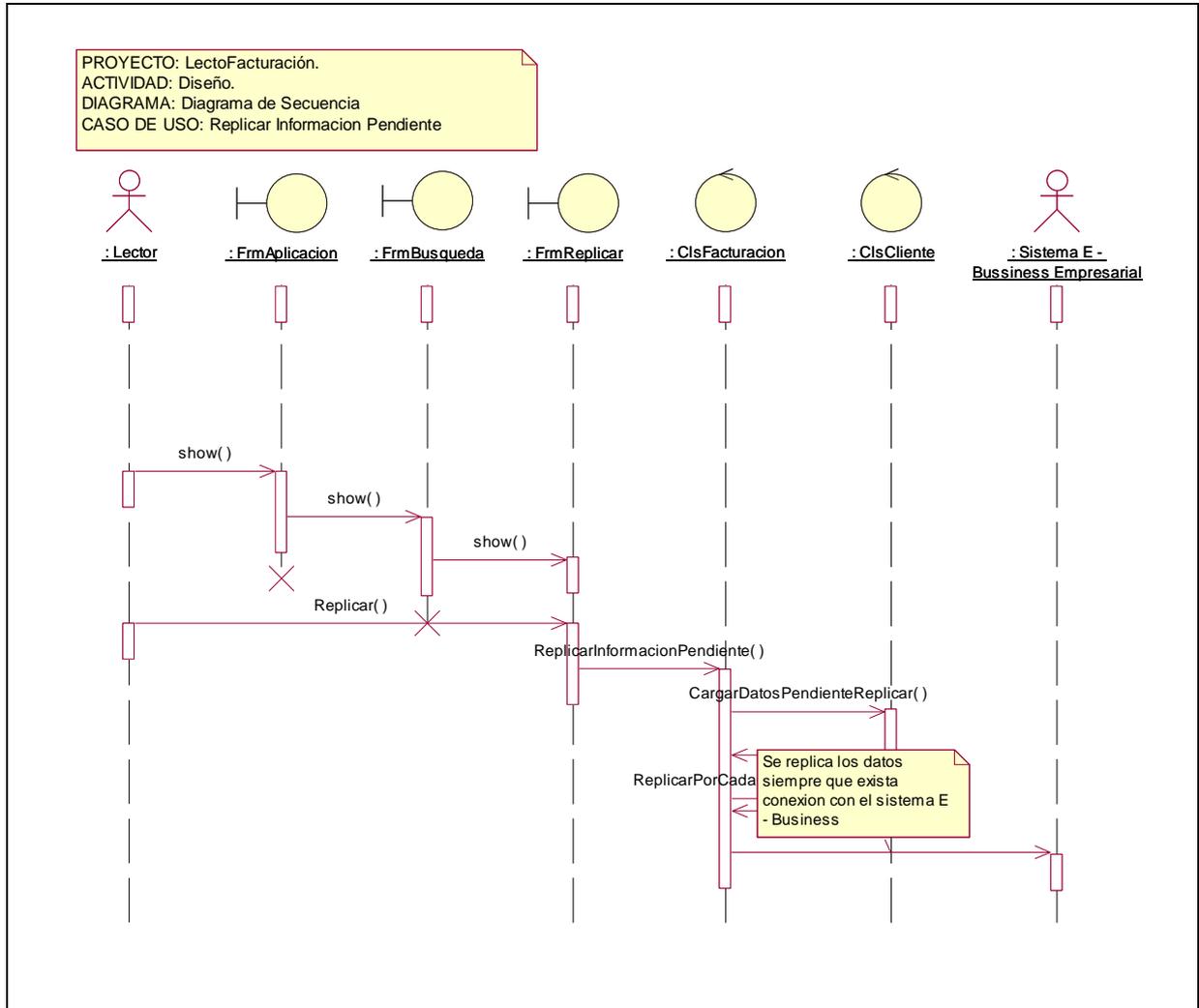


Figura 3 - 20: Diagrama de Secuencia: Replicar Información Pendiente
 Elaborado por: El Autor

3.2.3 ARQUITECTURA DEL MÓDULO DE LECTOFACTURACION.

Como se vio anteriormente, en el análisis de factibilidad de interconexión de tecnologías E - Business y móviles, y de acuerdo al alcance del presente proyecto, la arquitectura del módulo de LectoFacturación se basara en una aplicación móvil desarrollada bajo la plataforma de desarrollo .NET, específicamente .NET Compact Framework, versión 2.0.

Por medio de dicha aplicación móvil se realizan los procesos de toma de lecturas y facturación inmediata, anteriormente analizados, y la información generada es replicada al servidor de la base de datos por medio de servicios Web (desarrollados de la misma manera bajo la plataforma de desarrollo .NET) a través de la red celular.

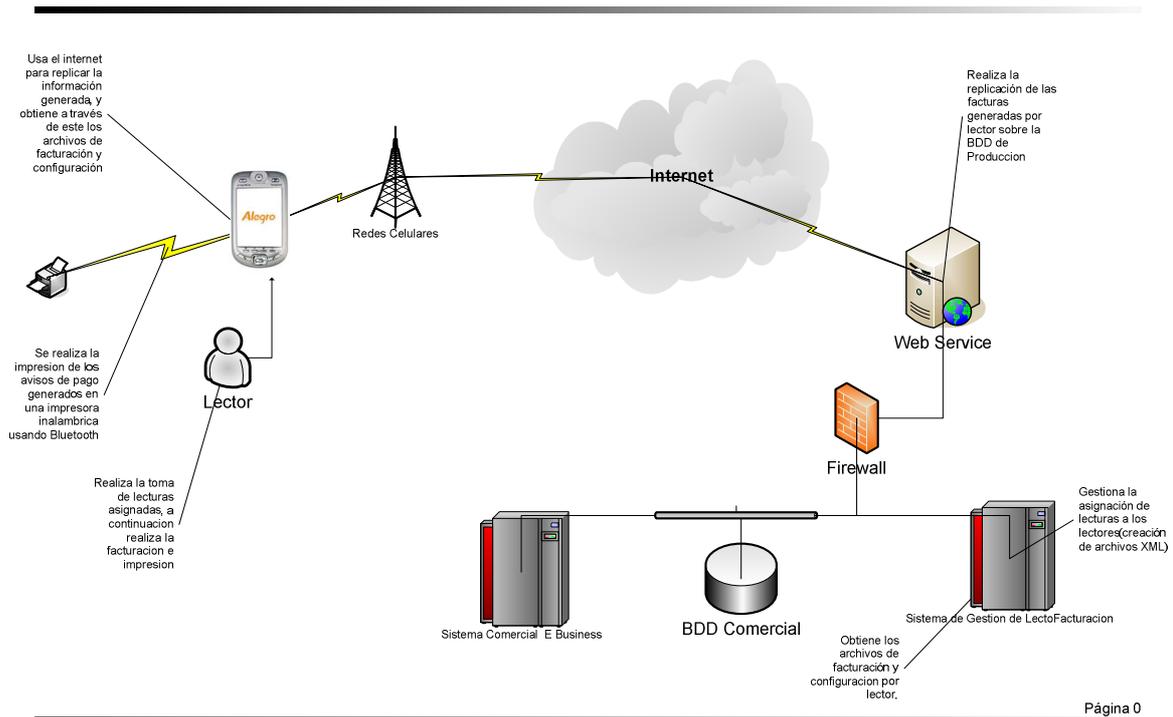


Figura 3 - 21: Infraestructura del módulo de LectoFacturación
Elaborado por: El Autor

El módulo de LectoFacturación está estructurado en tres capas:

- ◆ Capa de presentación.
- ◆ Capa de lógica.
- ◆ Capa de datos.

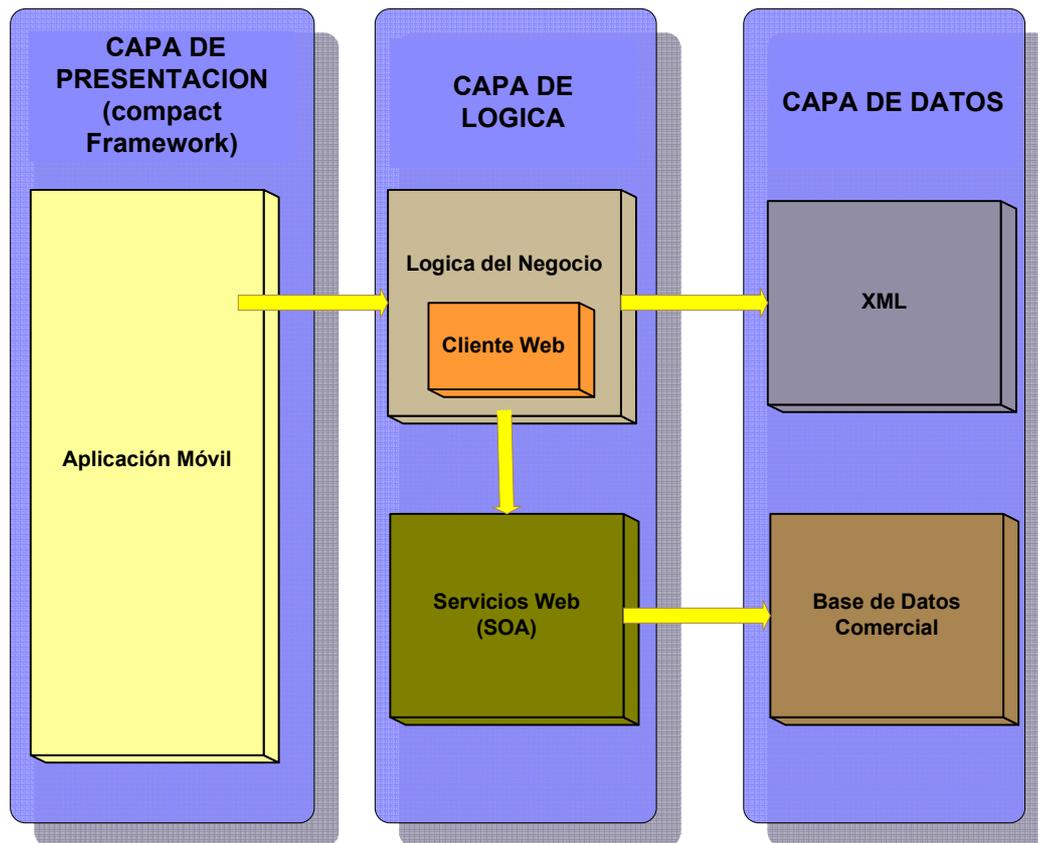


Figura 3 - 22: Arquitectura del módulo de LectoFacturación
Elaborado por: El Autor

3.2.3.1 Capa de Presentación:

Es la capa que presenta la interfaz del módulo al usuario e interactúa con el mismo, permitiéndole ingresar datos y recibir datos.

Está desarrollada bajo la plataforma .NET y esta será instalada en el dispositivo móvil a través de archivos de distribución (.Cab), es decir es una aplicación Windows, pero orientado a dispositivos móviles.

3.2.3.2 Capa de Lógica.

Es la capa que realiza los procesos, una vez ingresado los datos necesarios, de toma de lecturas y facturación inmediata.

Además cabe indicar que por medio de esta capa se realiza la replicación de los datos generados a través de los procesos de toma de lecturas y facturación inmediata contra la base de datos comercial por medio de invocaciones a servicios Web.

3.2.3.3 Capa de Datos.

Mediante esta capa se gestiona la persistencia de los datos. Cabe destacar que se asegura la persistencia de los datos tanto de manera local (en el dispositivo móvil) como también contra una base de datos comercial (a través de replicación por medio de servicios Web).

La forma de manejar la persistencia de los datos de forma local (en el dispositivo móvil), es por medio de archivos XML, asegurando de esta manera los datos generados por los procesos de toma de lecturas y facturación. Es decir cuando se realizan los procesos de toma de lecturas y facturación en el dispositivo móvil los datos generados son guardados en archivos XML y replicados a través de servicios Web a una base de datos comercial, en caso de no disponer de conexión a Internet para proceder con la replicación, esta se la puede realizar posteriormente a través de la información almacenada en el dispositivo móvil (archivos XML).

3.3 DESARROLLO DEL MÓDULO DE INTERCONEXIÓN.

El módulo de LectoFacturación es un software para empresas de servicios de agua potable, específicamente enfocada al proceso de facturación y al área de trabajo en campo de toma de lecturas, apoyándose para esto del uso de dispositivos móviles interconectados a través de Internet por medio de las redes celulares del país a los sistemas E – Business empresariales de las empresas de agua potable.

3.3.1 SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS.

Una vez establecido las características del software a desarrollarse, el siguiente paso a seguir es la selección de la herramienta adecuada para lograr incorporar en el módulo características como: interfaz amigable, fácil manejo, por tal razón será necesario de la selección de herramientas para la construcción del aplicativo móvil.

En el capítulo II del presente documento se realizó un análisis de interconexión de tecnologías E – Business y móviles en el cual se analizó las herramientas de las que se puede disponer para el desarrollo del aplicativo antes mencionado y de las cuales se llegó a los siguientes resultados:

- ◆ Microsoft Visual Estudio 2005 será utilizado para la construcción del aplicativo móvil.
- ◆ Se usará como lenguaje de programación C#.

En esta sección se describe el ambiente utilizado durante el desarrollo de la LectoFacturación, tanto para el Front-End (diseño de interfaces), Middle-End (manejo de la lógica del negocio) y Back-End (almacenamiento de datos).

	FRONT END	MIDDLE END	BACK END
Módulo de Administración	.NET	.NET	Sql2005
Módulo móvil	.NET	.NET	XML

Tabla 3 - 5: Cuadro del ambiente utilizado en el desarrollo del módulo.
Elaborado por: El Autor

Tanto las herramientas escogidas para el Front End y Back End, se escogieron porque presentan las siguientes características, a parte de las analizadas en el capítulo II antes mencionado:

- ◆ Facilitan la programación orientada a objetos.
- ◆ Permiten hacer los programas más eficientes y fáciles de usar.

- ◆ Facilitan el desarrollo de aplicaciones gráficas de una forma rápida y sencilla.
- ◆ Incluyen un soporte de datos con otras aplicaciones.
- ◆ Permiten el manejo y administración de gran cantidad de información de una manera segura, confiable y eficiente.

3.3.2 ESTANDARIZACIÓN.

Corresponde ahora especificar los estándares a usar para: nominar clases, nominar atributos de una clase, nominar operaciones de una clase, diseño de pantallas, diseño de botones y codificación.

A continuación se definen estándares de programación para el Módulo móvil y de administración.

3.3.2.1 Estándar para nombrar clases.

Para nombrar las clases se seguirán los siguientes criterios:

- ◆ Se utilizará sustantivos o palabras que la describan completamente.
- ◆ Se usará letras minúsculas a excepción de la primera letra que estará en mayúscula.
- ◆ Si se necesitará de dos sustantivos para describir mejor la funcionalidad de la clase, se usará los dos sustantivos unidos y cada sustantivo tendrá la primera letra en mayúsculas.
- ◆ Los nombres de las clases estarán precedidas por 3 letras las cuales identificarán el tipo de clase, las cuales son:

TIPO DE CLASE	IDENTIFICADOR
Clase de Interfaz	Frm
Clase de Lógica	Cls

Tabla 3 - 6: Estándar para nombrar clases
Elaborado por: El Autor

Por ejemplo, una clase de interfaz de login será nombrada como “FrmInicioSesion” y su respectiva clase de lógica será “ClsInicioSesion”.

3.3.2.1.1 Estándar para nombrar atributos de una clase.

Para nombrar los atributos de una clase se seguirán los siguientes criterios:

- ◆ El nombre del atributo identificará exactamente qué datos se necesitan tener en la clase.
- ◆ Se usará letras minúsculas a excepción de la primera letra que estará en mayúscula.
- ◆ Si se necesitará de dos sustantivos para describir mejor la funcionalidad del atributo, se usará los dos sustantivos unidos y cada sustantivo tendrá la primera letra en mayúsculas.

Los nombres de los atributos de cada clase estarán precedidos por (_), si éste atributo fuese una instancia de una clase estará precedido por el apóstrofe “obj”.

Por ejemplo, si se desea nombrar un atributo correspondiente a un nombre el atributo será nombrado como “_Nombre”, y si el atributo fuese una instancia de una clase ClsCliente, el atributo será nombrado como “ObjClase”.

3.3.2.1.2 Estándar para declaración de controles.

Para nombrar o declarar controles, se seguirá los criterios detallados anteriormente con la diferencia de que estarán precedidos por 3 letras que identificarán al control usado.

Los tipos de controles más usados se describen a continuación en la tabla 3-7.

ABREVIATURA	CONTROL
Chk	Check box
Btn	Command button
Lbl	label
Lst	list
Opt	Option button
Tmr	timer
Cbo	Combo y drop – list box
Fra	frame
Mnu	menu
Txt	Text box

Tabla 3 - 7: Abreviaturas para declaración de controles
Elaborado por: El Autor

3.3.2.1.3 Estándar para nombrar operaciones de una clase.

Para nombrar las operaciones de una clase se seguirá el siguiente esquema:

- ◆ Los nombres de las operaciones que puede tener una clase describirán exactamente la función que desempeñará dentro de esta.
- ◆ Los nombres de las operaciones se escribirán con letras minúsculas a excepción de la primera letra.
- ◆ Si se necesitará de dos sustantivos para describir mejor la funcionalidad del atributo, se usará los dos sustantivos unidos y cada sustantivo tendrá la primera letra en mayúsculas.

Por ejemplo:

CLASE	OPERACIÓN
ClsFacturacion	CalcularValoresFactura()
ClsDatos	CargarDatosFacturacion()

Tabla 3 - 8: Ejemplo de nombres de operaciones de las clases.
Elaborado por: El Autor

3.3.2.2 Estándar para diseñar pantallas.

Se usará una serie de criterios generales que permitan estandarizar el diseño de pantallas del módulo, entre estos se tiene:

- ◆ Textura.
- ◆ Color.

- ◆ Brillo.
- ◆ Font.
- ◆ Style.
- ◆ Gráficos.

CRITERIO	CARACTERÍSTICAS
Textura	Presentará un fondo llano sin ningún diseño
Color	Se usará un color blanco para el fondo de pantalla.
Brillo	No presenta ningún tipo de brillo
Font	El tipo de letra a usar es: MS San Serif, tamaño 8 y color negro.
Style	Negrillas, con letras mayúsculas para títulos, y letras minúsculas para texto normal.
Gráficos	Se pueden incluir gráficos en la parte superior de la pantalla.

Tabla 3 - 9: Criterios para diseñar pantallas
Elaborado por: El Autor

3.3.2.3 Estándar para diseñar botones.

Al diseñar una pantalla se incluye necesariamente botones que ayuden a ejecutar ciertas operaciones, estos botones serán diseñados conforme los siguientes criterios:

- ◆ Ubicación.
- ◆ Textura.
- ◆ Color.
- ◆ Font.
- ◆ Style.
- ◆ Gráficos.

CRITERIO	ESTANDAR
Ubicación	Estarán alineados a la izquierda de la pantalla.
Textura	Presentaran un fondo llano sin ningún diseño.
Color	Se usará un color gris para el fondo de pantalla.
Font	El tipo de letra a usar es: MS San Serif, tamaño 8 y color negro.
Style	Negrillas, con letras minúsculas para especificar su nombre.

Tabla 3 - 10: Estándares para diseño de pantallas
Elaborado por: El Autor

3.4 PRUEBAS DEL MÓDULO.

Las pruebas son un elemento esencial en el ciclo de desarrollo de software y consiste en una revisión final de los requerimientos, análisis, diseño y codificación.

El objetivo de las pruebas es encontrar fallas o errores para luego hacer una depuración del módulo y así asegurar que el producto ha sido desarrollado de acuerdo a los requerimientos y que los errores de la implementación han sido detectados.

Las pruebas del módulo se realizaron utilizando casos y procedimientos de prueba, para los casos de uso identificados durante la etapa de análisis de Requerimientos.

A continuación se detallan los casos y procedimientos de prueba para los principales casos de uso del módulo.

3.4.1 CASOS DE PRUEBA.

Los casos de uso se consideran la guía para todo el proceso de desarrollo de software, por tanto en esta fase también serán utilizados como punto de partida.

En algunos casos de uso intervienen varios componentes, entonces los casos de prueba permitirán probar tanto la funcionalidad del módulo como la integración de los componentes.

Cada caso de prueba se describe utilizando el formato indicado en la tabla 3-11.

No. De Caso de Prueba	Número del caso de prueba.
Referente al Caso de Prueba	Nombre del caso de uso.
Nombre	Nombre del caso de prueba.
Entradas	Datos que se ingresaran al módulo, si aplica.
Salidas	Datos que entregara el módulo, si aplica.
Descripción	Descripción breve del caso de prueba.
Procedimiento de prueba	Secuencia de pasos para realizar la prueba.
Resultados Esperados	Descripción del comportamiento ideal del módulo durante la ejecución del procedimiento de prueba.

Tabla 3 - 11: Plantilla de casos de prueba.
Elaborado por: El Autor

Para el numero del caso de prueba se usara la siguiente nomenclatura: “CU n_1 - n_2 ” donde:

- ◆ “ n_1 ” corresponde al número del caso de uso.
- ◆ “ n_2 ” corresponde al número del caso de prueba correspondiente al caso de uso.

En caso de que datos de salida se usara la abreviatura “S/S”.

3.4.1.1 Prueba del caso de uso: Ingresar al sistema.

No. De Caso de Prueba	CU1-1
Referente al Caso de Prueba	Ingresar al sistema.
Nombre	Ingreso al módulo de un usuario Lector.
Entradas	Login: root Clave: root
Salidas	S/S.
Descripción	Proceso de ingreso al módulo de un usuario Lector.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de ingreso al módulo digitar los campos correspondientes a logín y clave. 2. Hacer clic en aceptar.
Resultados Esperados	El módulo valida la información, carga los datos correspondientes a los clientes

	asignados al lector y presenta la interfaz principal con las opciones para realizar la LectoFacturación.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3 - 12: Descripción del caso de prueba CU1-1: Ingreso al sistema de un usuario lector
Elaborado por: El Autor

No. De Caso de Prueba	CU1-2
Referente al Caso de Prueba	Ingresar al sistema.
Nombre	Ingreso al módulo de un usuario administrador.
Entradas	Login: admin. Clave: admin.
Salidas	S/S
Descripción	Proceso de ingreso al módulo de un usuario administrador.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de ingreso al módulo digitar los campos correspondientes a logín y clave. 2. Hacer clic en aceptar.
Resultados Esperados	El módulo valida la información, y presenta la interfaz principal con las opciones de administración. No deber cargar ningún dato de clientes para LectoFacturación.

Tabla 3 - 13: Descripción del caso de prueba CU1-2: Ingreso al módulo de un usuario administrador
Elaborado por: El Autor

3.4.1.2 Prueba del caso de uso: Realizar Facturación inmediata.

No. De Caso de Prueba	CU2-1
Referente al Caso de Prueba	Realizar facturación inmediata.
Nombre	Validar lecturas fuera de rango.
Entradas	Lectura: Lectura fuera de rango Causa de no lectura: '00' Novedad: '00'

Salidas	Mensaje de error de lectura fuera de rango.
Descripción	Esta prueba consiste en ingresar una lectura fuera de rango en la aplicación móvil, para validar que no se permita la facturación de lecturas fuera de rango.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de búsqueda de clientes se escoge un cliente. 2. Hacer clic en Facturar. 3. En la pantalla de facturación ingresar la lectura fuera de rango. 4. Hacer clic en Facturar.
Resultados Esperados	El módulo valida la lectura fuera de rango, y detiene el proceso de facturación para a continuación mostrar el mensaje de error.

Tabla 3 - 14: Descripción del caso de prueba CU2-1: Validar lecturas fuera de rango
Elaborado por: El Autor

No. De Caso de Prueba	CU2-2
Referente al Caso de Prueba	Realizar facturación inmediata.
Nombre	Facturación sin lecturas.
Entradas	Lectura: 0 Causa de no lectura. '01' Novedad (opcional): '01'
Salidas	S/S
Descripción	Esta prueba consiste en ingresar una lectura cero y causa de no lectura en la aplicación móvil, para validar la facturación en base al consumo promedio del cliente, en el caso de que no se pueda realizar la toma de lectura.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de búsqueda de clientes se escoge un cliente. 2. Hacer clic en Facturar. 3. En la pantalla de facturación ingresar

	<p>la lectura cero.</p> <p>4. En la pantalla de facturación escoger la causa de no lectura y novedad.</p> <p>5. Hacer clic en Facturar.</p>
Resultados Esperados	El módulo realiza una facturación en base al consumo promedio del cliente.

Tabla 3 - 15: Descripción del caso de prueba CU2-2: Facturación sin lecturas.
Elaborado por: El Autor

No. De Caso de Prueba	CU2-3
Referente al Caso de Prueba	Realizar facturación inmediata.
Nombre	Facturación sin replicación de datos.
Entradas	<p>Lectura: lectura dentro de rango</p> <p>Causa de no lectura: '00'</p> <p>Novedad (opcional): '01'</p>
Salidas	Mensaje informando que no se pudo replicar la información para que esta sea posteriormente replicada.
Descripción	<p>Esta prueba consiste en verificar que se pueda realizar la facturación en ambientes fuera de línea, y que se garantice que la información generada pueda ser replicada posteriormente</p> <p>Para esta prueba se usará dispositivos que no dispongan de conexión a Internet para emular un ambiente fuera de línea.</p>
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de búsqueda de clientes se escoge un cliente. 2. Hacer clic en Facturar. 3. En la pantalla de facturación ingresar la lectura correspondiente. 4. Hacer clic en Facturar.
Resultados Esperados	El módulo realiza la facturación y verifica si

	<p>existe conexión, si no existe dicha conexión despliega el mensaje correspondiente y a continuación almacena la información generada correspondiente a la facturación, para que esta sea replicada posteriormente.</p> <p>Los datos de la facturación realizada debe ser encontrado en la aplicación a través de la opción de replicación de facturas pendientes de replicar.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 3 - 16: Descripción del caso de prueba CU2-3: Facturación sin replicación de datos.
Elaborado por: El Autor

No. De Caso de Prueba	CU2-4
Referente al Caso de Prueba	Realizar facturación inmediata.
Nombre	Replicación de datos.
Entradas	<p>Lectura: lectura dentro de rango</p> <p>Causa de no lectura. '00'</p> <p>Novedad (opcional): '01'</p>
Salidas	Pantalla con la información de los resultados de la facturación.
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se realice la replicación de los datos facturados sobre el sistema E – Business.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de búsqueda de clientes se escoge un cliente. 2. Hacer clic en Facturar. 3. En la pantalla de facturación ingresar la lectura correspondiente. 4. Verificar si se realizo la replicación de datos y comparar la información generada en la aplicación móvil con los datos replicados en el sistema E –

	Business.
Resultados Esperados	El módulo realiza la facturación y la información generada es replicada a través de Internet al sistema E – Business correctamente.

Tabla 3 - 17: Descripción del caso de prueba CU2-4: Replicación de datos.
Fuente: El Autor

3.4.1.3 Prueba del caso de uso: Replicar Información pendiente.

No. De Caso de Prueba	CU3-1
Referente al Caso de Prueba	Replicar información pendiente.
Nombre	Replicación de datos pendientes.
Entradas	Datos de facturación generadas a partir de la prueba de caso de uso CU2-3.
Salidas	S/S
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se realice la replicación de los datos facturados, y que no se pudo replicar, sobre el sistema E – Business.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de replicación hacer clic en replicar. 2. Verificar si se realizó la replicación de datos y comparar la información generada en la aplicación móvil con los datos replicados en el sistema E – Business.
Resultados Esperados	El módulo realiza la facturación de la información pendiente de replicación y dicha información generada es replicada a través de Internet al sistema E – Business correctamente.

Tabla 3 - 18: Descripción del caso de prueba CU3-1: Replicación de datos pendientes.
Elaborado por: El Autor

3.4.1.4 Prueba del caso de uso: Reimprimir Avisos de Pago.

No. De Caso de Prueba	CU4-1
Referente al Caso de Prueba	Reimprimir avisos de pagos.
Nombre	Reimpresión de avisos de pagos.
Entradas	Lectura: lectura dentro de rango Causa de no lectura. '00' Novedad (opcional): '01'
Salidas	S/S
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se pueda realizar la reimpresión de avisos de pago una vez realizada la facturación.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la pantalla de búsqueda de clientes se escoge un cliente. 2. Hacer clic en Facturar. 3. En la pantalla de facturación ingresar la lectura correspondiente. 4. Verificar en la pantalla de reimpresión de aviso de pago que se pueda reimprimir el aviso de pago generado anteriormente.
Resultados Esperados	Se puede realizar la reimpresión de avisos de pago de todos los clientes a los que se les ha procedido a realizar la facturación de sus consumos.

Tabla 3 - 19: Descripción del caso de prueba CU4-1: Reimpresión de avisos de pagos.
Elaborado por: El Autor

3.4.1.5 Prueba del caso de uso: Cargar Archivos de LectoFacturación.

No. De Caso de Prueba	CU5-1
Referente al Caso de Prueba	Cargar archivos de LectoFacturación.
Nombre	Carga de datos para toma de lecturas y facturación.

Entradas	Login: root Clave: root
Salidas	S/S
Descripción	Esta prueba consiste en verificar que se realice la carga de información correcta de LectoFacturación.
Procedimiento de prueba	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una vez generados los archivos de LectoFacturación, realizar la sincronización de archivos por medio de ActiveSync. 2. En la pantalla de ingreso al módulo digitar los campos correspondientes a login y clave. 3. Hacer clic en aceptar. 4. Verificar que los datos cargados corresponden a los datos de los archivos cargados.
Resultados Esperados	Se puede realizar la carga de datos con la información correspondiente al proceso de toma de lecturas y facturación.

Tabla 3 - 20: Descripción del caso de prueba CU5-1: Carga de datos para toma de lecturas y facturación.

Elaborado por: El Autor

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 CONCLUSIONES.

- ◆ Para el presente proyecto se decidió usar la metodología de desarrollo RUP debido a que es una metodología adaptable (a pesar de ser considerada una metodología pesada y por consiguiente con bastante documentación para elaborar) al presente proyecto, es decir sólo se elaboró la documentación y modelado necesario (diagramas UML) por cada fase de la metodología. Otro factor decisivo por el cual fue escogida dicha metodología, fue el nivel de conocimiento y familiaridad por parte del autor del proyecto, ya que de esta manera se aprovecha los conocimientos adquiridos en las aulas y se optimiza el tiempo de desarrollo, debido a que no se invierte tiempo en investigar temas que están fuera del alcance del proyecto.

- ◆ Al momento de hablar de redes inalámbricas, se debe tomar en cuenta el alcance de las mismas, es decir, se puede disponer de redes de alcance personal, como Bluetooth, hasta un alcance mundial como las redes celulares. Por lo que dependiendo de las necesidades de una empresa se puede optar por la que mejor satisfaga nuestros requerimientos; por ejemplo: si se necesita implementar un aplicativo móvil para una Bodega, basta con implantar una red inalámbrica WiFi y de esta manera interconectar en línea con los sistemas de información de la Bodega. Para el caso del presente proyecto, debido a que los procesos de toma de lecturas son realizados en campo, se necesitó hacer uso de las redes celulares de datos a fin de abaratar costos.

- ◆ A la presente fecha, en el país existen tres operadoras celulares que brindan el servicio de Internet; OTECEL S.A (Movistar), CONECEL S.A. (Porta) y TELECSA S.A (Alegro PCS), y cada una de éstas poseen las

redes de datos celulares necesarias para implantar un proyecto móvil de similares características detalladas en el presente documento. Es decir poseen redes celulares de segunda y tercera generación.

- ◆ Existen dos redes celulares ampliamente usadas: las redes GSM y las redes CDMA, cada una con sus versiones en redes de segunda y tercera generación. Las redes GSM son las más usadas a pesar de que las redes CDMA son mejores con respecto a tecnología en transmisión de datos, por consiguiente, si analizamos el mercado nacional, la mejor opción para el presente proyecto es usar un enlace de datos a través de las redes CDMA de segunda y tercera generación ofertada por la operadora ALEGRO.

- ◆ Actualmente existen distintos tipos de dispositivos móviles en el mercado y de la misma manera cada uno con un sistema operativo propio, de entre éstos los más comercializados son las Palms con sistema operativo Palm OS y las PocketPC con sistema operativo Windows Mobile. A más de estos dispositivos también se dispone de celulares inteligentes o Smartphone con sistemas operativos propietarios de cada marca de estos. A pesar de esto actualmente existen sistemas híbridos como por ejemplo las Palm con sistema operativo Windows Mobile como la Palm treo 700wx o celulares inteligentes como el Motorola Q9 con Windows Mobile Smartphone Edition.

- ◆ Existen varias posibilidades para desarrollar aplicaciones móviles, de éstas se puede resumirlas en las dos más utilizadas a la presente fecha; Java y .NET. De lado de Java, se puede usar la plataforma de desarrollo J2ME (Java Micro Edition) la cual es adecuada para desarrollo de aplicaciones móviles; y de lado de .NET, se usa la plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles, las cuales se ejecutan sobre el entorno de ejecución denominado "Compact Framework". Para el uso de una determinada herramienta de desarrollo, quedaría a decisión del desarrollador escoger la opción a usar basándose en aspectos propios de los requerimientos de la aplicación y cuestiones del cliente final, a más de las características técnicas de los dispositivos móviles a usar. Para el caso del presente

proyecto, se utilizó la plataforma de desarrollo .NET debido a la familiaridad del autor del presente proyecto con dicha herramienta a más de la extensa documentación existente, y por consiguiente se usó PocketPC, ya que al momento es la única que soporta aplicaciones móviles desarrolladas con .NET.

- ◆ Existen varios tipos de aplicaciones móviles que se pueden desarrollar; “Stand Alone” aplicaciones tipo escritorio, “Online” aplicaciones Web (generalmente desarrolladas bajo el estándar WAP) y aplicaciones “Smart Client” las cuales son aplicaciones tipo escritorio conectadas en línea. Para el presente proyecto se desarrolló una aplicación tipo Smart Client interconectada a un sistema E – Business por medio de accesos a Servicios Web, usando para esto los servicios de acceso a Internet sobre la red de datos celular existente en el país.

- ◆ Para el presente proyecto se optó por usar Servicios Web, para la interconexión de la aplicación móvil, debido a que es más fácil manejar la lógica del negocio localmente en el dispositivo móvil en lugar de una aplicación WAP. Adicionalmente al usar Servicios web, sólo se replican los datos necesarios, es decir, por medio de la aplicación móvil se trabaja sobre los datos que se encuentra localmente en el dispositivo móvil y sólo la información generada durante el proceso es replicada a través de la red celular. Al contrario, una aplicación WAP debe estar constantemente accediendo al servidor de la aplicación y por consiguiente se utiliza más la red de datos celular.

- ◆ De acuerdo al estudio costo – beneficio realizado se determinó que es viable la implantación del proyecto de LectoFacturación en Empresas de Agua Potable. Adicionalmente de los indicadores del TIR y VAN, los cuales representan la viabilidad del proyecto, se ve que existe una mejora y optimización en los procesos de campo para la toma de lecturas y facturación, a más mejorar la imagen de la empresa al incluir tecnología de punta en sus procesos y de brindar información en tiempo real.

4.2 RECOMENDACIONES.

- ◆ Se debe considerar al momento de determinar la metodología de desarrollo; el paradigma de desarrollo, es decir metodologías estructuradas u orientadas a objetos y en base a lo anterior escoger del abanico de metodologías existentes actualmente, la que mejor se adapte a la naturaleza de nuestro proyecto teniendo en cuenta la rigidez de documentación exigible, es decir escoger de entre metodologías ligeras y metodologías pesadas. Se recomienda para el desarrollo de éste tipo de proyectos (proyectos de titulación), escoger metodologías que sean adaptables a la naturaleza del proyecto a realizarse y sobre todo que no requieran documentación excesiva debido al tiempo y los recursos que se disponen.
- ◆ Se recomienda considerar que la tecnología de la red celular sea soportada por el dispositivo móvil, es decir, si se contrata el servicio de conexión a Internet sobre una red CDMA2000 EvDO, la pocket debe soportar una conexión sobre dicha red, caso contrario considerar pocket con soporte GPRS para realizar la interconexión entre dispositivos móviles y sistemas E - Business.
- ◆ Un factor muy importante que hay que tener en cuenta, al momento de adquirir dispositivos móviles es la normativa industrial IP – 54, es decir, las PocketPC normales o ejecutivas no son las óptimas para trabajo en campo (que es a donde va orientado el presente proyecto), ya que éstas pueden ser susceptibles a caídas y al factor ambiental, como polvo o lluvia. En otras palabras, a pesar de que aumenta los costos de inversión, a largo plazo (5 años) los beneficios obtenidos superan los costos de inversión.
- ◆ Se debe tener en cuenta las características técnicas de los dispositivos móviles y sistemas operativos móviles al momento de desarrollar una aplicación móvil de tipo Smartphone, es decir si se desea usar dispositivos móviles tales como una Palm, no se puede desarrollar a partir de la

plataforma .NET, ya que las Palm no poseen soporte para ejecutar aplicaciones de este tipo.

- ◆ El alcance del presente proyecto está orientado a Empresas de Agua Potable, específicamente orientado a actividades realizadas en campo tales como la toma de lecturas, pero esto no quiere decir que no pueda ser utilizado en otras áreas, es decir se puede utilizar los conceptos desarrollados en el presente proyecto para apoyo a otros procesos de campo como: cortes y reconexiones, instalaciones, reclamos, etc.
- ◆ Debido al creciente uso del Internet y la mejora en los servicios ofertados por las operadoras actuales del país, el objetivo del presente proyecto debería ser aprovechado como un nicho de trabajo, ya que todavía no han sido explotados en el país.
- ◆ Con respecto al desarrollo de aplicaciones móviles, específicamente usando la plataforma de desarrollo .NET y Windows Mobile, se recomienda conocer las limitaciones tanto del desarrollo de aplicaciones móviles con .NET, específicamente del “Compact Framework”, como también del sistema operativo Windows Mobile, ya que estas son versiones que no incluyen todas las funciones que poseen las versiones normales y de esta manera enfocar mejor el desarrollo.
- ◆ Adicionalmente, para el desarrollo de aplicaciones móviles enfocadas en el objetivo del presente proyecto, se recomienda conocer los conceptos de Servicios Web así como el uso de Archivos XML.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- ◆ JACOBSON, Ivan, BOOCH, Grady, RUMBAUGH, James. “Proceso Unificado de Desarrollo”, Pearson Education S.A.Madrid 2000.
- ◆ LOUTFI Nuaymi,” WiMAX-Technology for Broadband Wireless Access”, John Wiley & Sons Ltd, 2007
- ◆ YANG Samuel, “3G CDMA 2000 Wireless System Engineering”, editorial Artech House, 2004.
- ◆ WIGLEY Andy,”Microsoft .NET Compact Framework (Core Reference)”, Microsoft Press, 2003.
- ◆ KROLL Per , KRUCHTEN Philippe , “Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP”, Addison Wesley, 2003

Tesis:

- ◆ SANCHEZ, Francisco. TITUAÑA Ricardo. Desarrollo de un sistema para determinar la ubicación geográfica de adolescentes utilizando dispositivos móviles. EPN 2007
- ◆ CABRERA, Jhonny, GAVILANES María. Desarrollo de un sistema para la publicación y reservación de paquetes turísticos utilizando dispositivos móviles. EPN 2007
- ◆ ESCOBAR, Jenny, MASAPANTA Iván. Desarrollo de un sistema de encuestas basado en dispositivos de telefonía móvil. EPN 2007
- ◆ CUENCA, Manuel. Desarrollo de un sistema para la publicación de noticias basado en dispositivos de telefonía móvil. EPN 2007.

Revistas:

- ◆ Andesapa, revista del agua #3 Diciembre 2008.
- ◆ Andesapa, revista del agua #1 Julio 2008
- ◆ Anemapa, Revista Informativa #36 julio- septiembre 2006

Sitios Web:

- ◆ Asociación Andina de agua potable: www.andesapa.org.ec 2009
- ◆ Asociación de agua potable de Ecuador: www.anemapa.org.ec 2009
- ◆ Asociación de agua potable de Colombia: www.acodal.org.co 2009
- ◆ Asociación de agua potable de Perú: www.anepssa.tripod.co 2009
- ◆ Asociación de agua potable de Bolivia: www.anesapa.org 2009
- ◆ Metodologías de desarrollo:
http://www.navegapolis.net/files/articulos/gestion_y_procesos.pdf 2009
- ◆ MSF: <http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/199911/art03/default> 2009
- ◆ Metodologías de desarrollo ligeras: XP Xtreme Programing:
<http://brconsulting.info/portal/articulos/metodologias-de-desarrollo/> 2009
- ◆ Generación de telefonía celular:
<http://www.monografias.com/Tecnologia/telefonía-celular.shtml#SEG> 2009
- ◆ 3G Evolution White Paper : http://www.cdg.org/resources/white_papers.asp 2009
- ◆ IP-54, IP-65:
http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%8Dndice_de_protecci%C3%B3n 2009
- ◆ Aplicaciones Móviles de Seguridad::
http://www.microsoft.com/latam/technet/articulos/articulos_seguridad/2007/enero/sm0107.msp 2009
- ◆ Medidores de Agua Potable: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/017573/017573-03.pdf> 2009

GLOSARIO DE TERMINOS

Medidores de Agua Potable:	A cada cliente que se le brinda el servicio de agua se le instala un medidor, el cual registra de manera mecánica la cantidad de agua que pasa a través de él.
Personal de Campo:	Se refiere al personal de la empresa el cual realiza trabajos fuera de oficina, en el caso de empresas de agua potable realizan toma de lecturas e inspecciones de medidores de agua, cortes y re conexiones de agua.
Lectores:	Personal de campo encargado de realizar la toma de lecturas de los consumos de los clientes de las Empresas de Agua Potable, recorriendo una ruta específica.
Toma de Lecturas:	Se refiere al proceso en el cual los lectores toman la lectura del medidor de agua que posee cada cliente.
Libro de Lecturas:	Hoja impresa con un listado de clientes, los cuales se encuentran organizados por rutas. Estos listados son entregados a los lectores para que realicen la respectiva toma de lecturas.
Predio:	Es la ubicación del lote o casa donde se encuentra uno o varios medidores de agua.
GeoCódigo:	Unión de 6 campos de datos numéricos (Sector-Ruta-Manzana-Secuencia-Piso-Departamento) el cual representa la ubicación e identificación geográfica de una unidad de vivienda asentada en un determinado predio dentro de una zona definida.

Pliego tarifario:	Conjunto de valores basados en rangos de consumos de agua potable, los cuales son usados en la facturación para el cálculo de los valores correspondientes a consumos.
Facturación:	Se refiere al proceso en el cual a partir de los consumos de agua potable realizados por los clientes, se generan las facturas mensuales correspondientes, aplicando un pliego tarifario.
Cartera:	Valores adeudados por un cliente. Dentro de la cartera se tiene la cartera vigente y la cartera vencida.
Cartera vigente:	Corresponde a los valores de la factura del último consumo, generalmente para instituciones públicas se toma en cuenta como cartera vigente todos los valores facturados desde el primero de enero hasta la presente fecha actual.
Cartera vencida:	Corresponde a los valores que adeuda el cliente de consumos facturados y no cancelados y que no se encuentren dentro de la cartera vigente.
Consolidación:	Obtener todos los saldos pendientes del cliente para mostrarlos como valores adeudados en la factura o aviso de pago actual que se le entrega al cliente cada mes.
Sistema Comercial de Agua Potable:	Sistema informático que gestiona procesos relacionados con la comercialización de agua potable, tales como: toma de lecturas, facturación, recaudación, cortes, reconexiones, gestión de nuevos clientes.
PocketPC:	Dispositivo móvil o PDA (computadora de mano), con sistema operativo Windows Mobile.
ActiveSync:	Software para sincronización de datos entre una PC y una PocketPC.

Windows Mobile: Sistema operativo para dispositivos móviles o computadoras de mano desarrollado por Microsoft.

Compact Framework: Entorno de ejecución usado por aplicaciones móviles desarrolladas con .NET, los cuales se ejecutan sobre un sistema operativo Windows Mobile.

ANEXOS

Empresas Municipales de Agua Potable y Alcantarillado y Alcaldías Municipales

EMPRESA/MUNICIPIO	DIRECCION	TELEFONO
EMAPA-AMBATO	Calle Bolívar 1960 y 5 de Junio	032 826-314
EMAPAL-AZOGUES	Av. Che Guevara y Av. 16 de Abril (Terminal Terrestre nuevo)	072 240-069
EMAPA-IBARRA	Calle Sucre, parque Francisco Calderón	062 955-410
EMAPA-SANTO DOMINGO	Río Toachi y Galápagos	022 753-357
ETAPA-CUENCA	Calle Benigno Malo y Sucre	072 835-010
ECAPAG-GUAYAQUIL	Av. Francisco de Orellana y Mh Alcívar, Centro Empresarial Las Cámaras Torre B, mezanine	042 681-315
EMSABA-BABAHOYO	Av. General Barahona 311 y Calderón	052 730-518
EAPA-SAN MATEO	Calle Salinas entre Bolívar y Sucre	062 710-670
EMAAP-QUITO	Av. Mariana de Jesús entre Alemania e Italia	022 507-873
EMAPA-CALVAS	Calle Sucre y Daniel Ojeda (Cariamanga)	072 687-998E
EMAPAD-DURAN	Ciudadela Abel Gilbert Pontón III, Bloques C31 Y C32	042 813-137
EMAPA SANTA ROSA	Calle Sucre y El Oro	072 945-226
EMAPAM-MILAGRO	Rocafuerte y García Moreno	042 970-585
EMAPAT-LA TRONCAL	24 de Mayo y Luis Cordero	072 423-062
EMAPAC-CAYAMBE	Terán 722 y Bolívar	022 360-052
EMAPA- GUARANDA	Calle García Moreno y Convención de 1884	032 981-939
INTERAGUA	Urb. San Eduardo, Av. José Rodríguez Bonín prolongación Av. Portete, Guayaquil	042 874-030
AGUAPEN	Campamento Atahualpa, Km.115 Vía Guayaquil-Santa Elena, Planta Potabilizadora	042 906-490
EMAPAC CEM	Av. Elías Fierro y José Rodríguez (Caluma)	032 974-656
TRIPLEORO CEM	Buenavista entre Sucre y Olmedo 2324 (Machala)	072 932-775
EMAPAR-RIOBAMBA	Av. Juan Félix Proaño y Chile esquina	032 940-812
EMAPA-DAULE	Sucre s/n y Piedrahita	042 795-911
EMAPA-VINCES	Bolivar y Callejon Urdaneta, C.C. La Cascada	052 791-069
ECAPAP-PASAJE	Bolivar y Municipalidad	072 915-664
UMAPAL-LOJA	Bolivar y Jose Antonio Eguiguren esq	072 570-347
EMAPA-LA ESTANCIA	Parroquia Angel P. Giler Av. Belisario Velasquez Km1 vía a Calceta	052 330-336

EMAPSA ESPEJO	Bolívar 09-59 y Esmeraldas	062 978-193
EAPAM MANTA	Avenida 4 y calle 7	052 620-473
EMAPASAC CUMANDA	Amazonas entre Gomez Rendon y 10 de Agosto(Chimborazo)	042 727-115
EMAPAV VENTANAS	28 de Mayo y Seminario(Los Rios)	052 972-812
MUNICIPIOS		
MUNICIPIO DE PASAJE	Bolívar y Municipalidad	072 915-664
MUNICIPIO DE LAGO AGRIO	Calle 12 de Febrero y Cofanes	062 830-144
MUNICIPIO DE MORONA	Calle Bolívar entre 24 de Mayo y 9 de Octubre	072 700-143
MUNICIPIO DEL TENA	Juan Montalvo y Abdón Calderón	062 886-052
MUNICIPIO DE GUALACEO	Calle Gran Colombia y 3 de Noviembre	072 257-707
MUNICIPIO DE PIMAMPIRO	Flores 1-011 y Ayacucho Plaza Cívica 24 de Mayo	062 937-331
MUNICIPIO DE GONZALO PIZARRO	Av. Santa María y Manabí (Lumbaquí)	062 818-130
MUNICIPIO DE GUALAQUIZA	Calle 24 de Mayo 860 y Cuenca	072 780-108
MUNICIPIO DE BAÑOS	Thomas Halfans y Vicente Rocafuerte esquina.	032 740-437
MUNICIPIO DE ORELLANA	Calle Napo y Luis Uquillas	062 880-448
MUNICIPIO DE EL CHACO	26 de mayo y Quito, Barrio Bellavista	062 329-224
MUNICIPIO DE RUMIÑAHUI	Montufar 251 y Espejo (Sangolqui)	022 331-327
MUNICIPIO DE LOJA	Bolívar y José Antonio Eguiguren esquina.	072 570-347
MUNICIPIO DE ANTONIO ANTE	Calle Río Amazonas No.11-19 y Av. Julio Miguel Aguinaga (Atuntaqui).	062 906-115