



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

**SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL
AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE
ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS**

*TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS.*

AUTORA:

Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

DIRECTOR:

Ing. Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg. Sc

LOJA - ECUADOR
2014

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR

Ing.

Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg.Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

CERTIFICA:

Haber dirigido, revisado y corregido en todas sus partes el desarrollo del proyecto de titulación de Ingeniería en Sistemas titulado: “**SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS**”, con autoría de Tatiana Maricela Ortiz Pesantes. En razón de que la misma reúne a satisfacción los requisitos de fondo y forma, exigidos para una investigación de este nivel, autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

Loja, noviembre de 2014



.....
Ing. Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORÍA

Yo, **Tatiana Maricela Ortiz Pesantes** declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos los posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autora: Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

Firma: 

Cédula: 1104488653

Fecha: 16 de diciembre de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **Tatiana Maricela Ortiz Pesantes**, declaro ser autora de la tesis titulada: **Sistema de Reconocimiento Facial Automatizado para el Control de Asistencia de Recursos Humanos**, como requisito para optar el grado de: **Ingeniero en Sistemas**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, dieciséis días del mes de diciembre del dos mil catorce.

Firma:



Autora: Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

Cédula: 1104488653

Dirección: Loja (Barrio El Capulí, Prolongación de la Av. Eduardo Kigman)

Correo Electrónico: tita_s86@hotmail.com

Teléfono: 07 2546484

Celular: 0986718615

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Waldemar Victorino Espinoza Tituana, Mg.Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Henry Patricio Paz Arias, Mg.Sc.

Ing. Marco Augusto Ocampo Carpio, Mg.Sc.

Ing. Alex Vinicio Padilla Encalada, Mg.Sc.

AGRADECIMIENTO

El primer agradecimiento es a Dios porque me dio la oportunidad de vivir y por haberme regalado una madre maravillosa quien me ha brindado su apoyo incondicional para poder realizar mis sueños, de la misma forma quiero expresar mi agradecimiento sincero a la Universidad Nacional de Loja y a través de ella al Área de la Energía de las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, Carrera de Ingeniería en Sistemas; y a cada uno de los docentes quienes supieron impartir sus valiosos conocimientos, contribuyendo así con mi preparación profesional.

De igual manera al Presidente de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente “Namanda” quien permitió el acceso a la información necesaria para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Expreso también un agradecimiento al Ing. Waldemar Espinoza, Director del presente trabajo de titulación quien se constituyó en un pilar fundamental en la dirección y revisión del mismo.

La Autora

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban enseñándome a encarar las adversidades.

A ti madre, que tienes algo de Dios por la inmensidad de tu amor, y mucho de ángel por ser mi guarda y por tus incansables cuidados. Porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, eres tú que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.

A mis familiares y amigos quienes sumaron en mi vida compañía y me han enseñado que las diferencias se convierten en riqueza cuando existe respeto y verdadera amistad.

Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

CESIÓN DE DERECHOS

Tatiana Maricela Ortiz Pesantes, en calidad de autora intelectual de cada una de las ideas, conceptos y soluciones planteadas en el presente trabajo de tesis, autorizo a la Universidad Nacional de Loja, hacer uso del mismo en lo que se considere pertinente.



.....
Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

Índice de Contenidos

Índice General

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR.....	i
AUTORÍA.....	ii
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
CESIÓN DE DERECHOS.....	vi
Índice de Contenidos.....	vii
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas.....	xiv
a. Título.....	1
b. Resumen.....	2
Summary.....	3
c. Introducción.....	4
d. Revisión de Literatura.....	6
CAPÍTULO 1. SISTEMAS BIOMÉTRICOS.....	6
1.1. Introducción.....	6
1.2. Sistemas Biométricos.....	6
1.2.1. Autenticación Biométrica.....	7
1.2.1.1. Identificación.....	7
1.2.1.2. Verificación.....	7
1.2.1.3. Factores de Autenticación.....	7
1.2.2. Indicadores biométricos actuales.....	8
1.2.2.1. Características de un indicador biométrico.....	9
1.2.3. Proceso de un Sistema Biométrico.....	9
1.2.4. Rendimiento de los Sistemas Biométricos.....	10
1.2.5. Principales Sistemas Biométricos.....	11
1.2.5.1. Huella dactilar.....	11
1.2.5.2. Patrones oculares.....	11
1.2.5.3. Voz.....	12

1.2.5.4. Rostro.....	12
1.2.6. Comparación de Sistemas Biométricos.....	12
CAPÍTULO 2. DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS.....	13
2.1. Introducción.....	13
2.2. Detección de Rostros.....	13
2.2.1. Métodos Basados en Rasgos Faciales.....	14
2.2.2. Métodos Basados en la Imagen.....	15
2.2.2.1. Sub-espacios lineales.....	16
2.2.2.2. Redes neuronales.....	16
2.2.2.3. Análisis probabilístico.....	16
2.3. Detección de caras: Viola & Jones.....	16
2.3.1. Características de Método Viola & Jones.....	17
2.3.2. Cascada de Clasificadores Haar.....	18
2.4. Detección de Rostro con OpenCV.....	19
CAPÍTULO 3. RECONOCIMIENTO FACIAL.....	21
3.1. Introducción.....	21
3.2. Definición de Reconocimiento Facial.....	21
3.3. Fundamentos del reconocimiento facial.....	22
3.4. Etapas de un sistema de reconocimiento facial.....	23
3.4.1. Adquisición de la imagen.....	23
3.4.2. Detección.....	23
3.4.3. Preprocesado y Normalización.....	24
3.4.4. Extracción de características.....	25
3.4.5. Comparación y Reconocimiento.....	25
3.5. Ventajas e inconvenientes del reconocimiento facial.....	26
3.6. Aplicaciones de los sistemas de reconocimiento facial.....	26
3.7. Métodos de Extracción de Características.....	27
3.7.1 Métodos holísticos o basados en apariencia.....	27
3.7.1.1. PCA (Análisis de Componentes Principales).....	28
3.7.1.2. LDA (ANÁLISIS DE DISCRIMINANTE LINEAL).....	29
3.7.2. Métodos locales o basados en puntos característicos de la cara.....	30
3.7.2.1. Análisis de distancias a puntos característicos.....	30
3.7.2.2. Locality Preserving Projections (LPP).....	30
3.7.2.3. Local Binary Pattern (LBP).....	31
3.7.2.4. EBGM (ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING) Correspondencia entre	

agrupaciones de grafos elásticos.....	32
CAPITULO 4. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	32
4.1. Metodología de desarrollo de software Programación Extrema (XP).....	32
4.1.1. Roles de la Programación Extrema (XP).....	33
4.1.2. Ventajas de XP.....	34
4.1.3. Desventajas de XP.....	34
4.2. Metodología de desarrollo de software ICONIX.....	34
4.2.1. Las Tareas de ICONIX.....	35
4.2.2. Ventajas de ICONIX.....	39
4.2.3. Desventajas de ICONIX.....	39
4.3. Metodología de desarrollo de Software en Espiral.....	40
4.3.1. Fases de la metodología en espiral.....	40
4.3.2. Ventajas de la metodología en espiral.....	40
4.3.3. Desventajas de la metodología en espiral.....	41
e. Materiales y Métodos.....	42
1. Métodos.....	42
2. Técnicas.....	42
3. Metodología de desarrollo de software ICONIX.....	43
f. Resultados.....	46
1. Elicitación de requerimientos de software.....	46
1.1. Descripción del Sistema Actual.....	46
2. Análisis de Requerimientos.....	50
2.1. Matriz de Interacción.....	50
2.2. Especificación de Requisitos de Software.....	52
2.2.1. Introducción.....	52
2.2.1.1. Propósito.....	52
2.2.1.2. Alcance.....	52
2.2.1.3. Personal involucrado.....	53
2.2.1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas.....	54
2.2.1.5. Referencias.....	55
2.2.1.6. Resumen.....	55
2.2.2. Descripción general.....	55
2.2.2.1. Perspectiva del producto.....	55
2.2.2.2. Funcionalidad del producto.....	56
2.2.2.3. Características de los usuarios.....	57

2.2.2.4.	Restricciones.....	57
2.2.2.5.	Suposiciones y dependencias.....	58
2.2.2.6.	Evolución previsible del sistema.....	58
2.2.3.	Requisitos específicos.....	58
2.2.3.1.	Requisitos de interfaces externas.....	58
2.2.3.1.1.	Interfaces de usuario.....	58
2.2.3.1.2.	Interfaces de hardware.....	59
2.2.3.1.3.	Interfaces de software.....	59
2.2.3.1.4.	Interfaces de comunicación.....	60
2.2.3.2.	Requisitos funcionales.....	60
2.2.3.3.	Requisitos no funcionales.....	62
2.3.	Modelo de Dominio.....	63
2.3.1.	Glosario de Términos.....	63
2.3.2.	Obtención del Modelo de Dominio	64
2.3.3.	Descripción de las clases del Modelo de Dominio.....	65
2.4.	Identificación de Casos de Uso.....	65
2.4.1.	Objetivos del sistema.....	65
2.5.	Requisitos de almacenamiento de información.....	66
2.6.	Definición de Actores.....	69
2.7.	Diagrama de Casos de Uso.....	70
2.7.1.	Casos de Uso.....	70
2.8.	Especificación de Casos de Uso y Prototipo de Pantallas.....	70
2.9.	Requerimientos no funcionales.....	112
3.	Análisis y Diseño Preliminar.....	114
3.1.	Diagramas de Robustez.....	114
4.	Diseño.....	128
4.1.	Diagramas de Secuencia.....	128
4.2.	Modelo de Clases Final	142
4.3.	Modelo Físico de Base de Datos.....	143
4.4.	Diagrama de Componentes.....	144
4.5.	Diagrama de Despliegue.....	145
5.	Implementación.....	146
5.1.	Herramientas utilizadas en la implementación de software.....	146
5.2.	Segmentos de código de la implementación del software.....	146
5.2.	Instalación y Configuración de OpenCV en Windows.....	148

5.3.	Instalar OpenCV para Java.....	150
6.	Pruebas.....	152
6.1.	Resultados de detección de rostros con cambios de luminosidad.....	152
6.2.	Resultados del proceso de pre-procesamiento sobre una imagen.....	153
6.3.	Rendimiento de Algoritmos de Extracción de Características.....	154
6.4.	Pruebas Unitarias.....	155
6.5.	Pruebas Funcionales.....	158
6.6.	Plan de Pruebas de Aceptación.....	159
6.7.	Pruebas basadas en Casos de Uso.....	161
6.8.	Plan de Implantación.....	174
g.	Discusión.....	178
1.	Desarrollo de la propuesta alternativa.....	178
2.	Valoración técnica económica ambiental.....	180
h.	Conclusiones.....	183
i.	Recomendaciones.....	184
j.	Bibliografía.....	185
k.	Anexos.....	187
	Anexo 1. Entrevista al Presidente de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.....	187
	Anexo 2. Extracto de las Sanciones.....	189
	Anexo 3. Certificaciones.....	190
	Anexo 4. Anteproyecto de Tesis.....	193

Índice de Figuras

Figura 1. Arquitectura general de un sistema biométrico.....	6
Figura 2. Esquema Características Biométricas.....	8
Figura 3. Proceso general de un Sistema Biométrico.....	10
Figura 4. Proceso de escaneo de la huella dactilar.....	11
Figura 5. Tabla comparativa sistemas biométricos.....	13
Figura 6. Características tipo Haar empleadas por Viola y Jones.....	17
Figura 7. El valor de la imagen integral en un punto (x, y) es la suma de los píxeles de la región superior izquierda.....	17
Figura 8. Suma del área rectangular D.....	18
Figura 9. Cascada de detectores propuesta por Viola y Jones.....	19
Figura 10. Proceso de detección de rostro.....	20
Figura 11. Diagrama general de un sistema de reconocimiento facial.....	23
Figura 12. Características tipo Haar.....	24
Figura 13. Operador LBP básico.....	31
Figura 14. Fases de la metodología XP.....	33
Figura 15. Flujo de ICONIX.....	35
Figura 16. Matriz de Interacción.....	51
Figura 17. Modelo de Dominio del Sistema SISRECFAC.....	64
Figura 18. Diagrama de Casos de Uso.....	70
Figura 19. Diagrama de Robustez “Acceso al Sistema”.....	114
Figura 20. Diagrama de Robustez “Creación de Usuario”.....	115
Figura 21. Diagrama de Robustez “Modificación de Usuario”.....	116
Figura 22. Diagrama de Robustez “Creación de Socio”.....	117
Figura 23. Diagrama de Robustez “Modificación de Socio”.....	118
Figura 24. Diagrama de Robustez “Dar Baja Socio”.....	119
Figura 25. Diagrama de Robustez “Creación de Reunión”.....	122
Figura 26. Diagrama de Robustez “Modificación de Reunión”.....	121
Figura 27. Diagrama de Robustez “Dar Baja Reunión”.....	122
Figura 28. Diagrama de Robustez “Registro de Permiso”.....	123
Figura 29. Diagrama de Robustez “Entrenamiento del Sistema”.....	124
Figura 30. Diagrama de Robustez “Registro de Asistencias”.....	125
Figura 31. Diagrama de Robustez “Visualizar Reporte Asistencias”.....	126
Figura 32. Diagrama de Robustez “Visualizar Reporte Sanción”.....	127

Figura 33. Diagrama de Secuencia “Acceso al Sistema”	128
Figura 34. Diagrama de Secuencia “Creación de Usuario”	129
Figura 35. Diagrama de Secuencia “Modificación de Usuario”	130
Figura 36. Diagrama de Secuencia “Creación de Socio”	131
Figura 37. Diagrama de Secuencia “Modificación de Socio”	132
Figura 38. Diagrama de Secuencia “Dar Baja Socio”	133
Figura 39. Diagrama de Secuencia “Creación de Reunión”	134
Figura 40. Diagrama de Secuencia “Modificación de Reunión”	135
Figura 41. Diagrama de Secuencia “Dar Baja Reunión”	136
Figura 42. Diagrama de Secuencia “Registro de Permiso”	137
Figura 43. Diagrama de Secuencia “Entrenamiento del Sistema”	138
Figura 44. Diagrama de Secuencia “Registro de Asistencias”	139
Figura 45. Diagrama de Secuencia “Visualizar Reporte Asistencias”	140
Figura 46. Diagrama de Secuencia “Visualizar Reporte Sanción”	141
Figura 47. Modelo de Clases Final	142
Figura 48. Modelo de Base de Datos	143
Figura 49. Diagrama de Componentes	144
Figura 50. Diagrama de Despliegue	145
Figura 51. Método detectarRostro	147
Figura 52. Método preprocesarImagen	147
Figura 53. Método identificarRostro	148
Figura 54. Método createLBPHFaceRecognizer	148
Figura 55. Clasificador Haar haarcascade_frontalface_alt_tree.xml	148
Figura 56. Ejecución de librería OpenCV	149
Figura 57. Extracción de OpenCV	149
Figura 58. Archivos de OpenCV	149
Figura 59. Agregar librería a un proyecto en Java	150
Figura 60. Librería opencv-246.jar	150
Figura 61. Pantalla Final del sistema SISRECFAC	151
Figura 62: Detección de rostro e Identificación (variación de iluminación)	153
Figura 63. Resultado de imágenes pre-procesadas	153
Figura 64. Extracción de Características mediante LBPH	155
Figura 65. Prueba Unitaria del método validarCedula	156
Figura 66. Resultado de la prueba unitaria validarCedula	156
Figura 67. Art. 30: De las sanciones	189

Índice de Tablas

TABLA I. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS PRELIMINARES DEL SISTEMA...	48
TABLA II. ALCANCE.....	53
TABLA III. PERSONAL INVOLUCRADO “DESARROLLADOR”.....	53
TABLA IV. PERSONAL INVOLUCRADO “CLIENTE”.....	54
TABLA V. PERSONAL INVOLUCRADO “CLIENTE”.....	54
TABLA VI. PERSONAL INVOLUCRADO “SUPERVISOR DEL PROYECTO”.....	54
TABLA VII. CARACTERÍSTICAS DEL ADMINITRADOR Y SECRETARIO.....	57
TABLA VIII. CLASES CONCEPTUALES DEL MODELO DOMINIO.....	63
TABLA IX. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR SOCIOS”.....	65
TABLA X. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR REUNIONES”.....	66
TABLA XI. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR PERMISOS”.....	66
TABLA XII. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR ASISTENCIAS”.....	66
TABLA XIII. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE USUARIOS”.....	67
TABLA XIV. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE SOCIOS”.....	67
TABLA XV. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE REUNIONES”.....	68
TABLA XVI. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE ASISTENCIAS”.....	68
TABLA XVII. DEFINICIÓN DE ACTOR “ADMINISTRADOR DEL SISTEMA”.....	69
TABLA XVIII. DEFINICIÓN DE ACTOR “SOCIO”.....	69
TABLA XIX. DEFINICIÓN DE ACTOR “SECRETARIO”.....	69
TABLA XX. PANTALLA ACCESO AL SISTEMA.....	71
TABLA XXI. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”.....	71
TABLA XXII. PANTALLAS CREAR USUARIO, PERMISOS USUARIO.....	73
TABLA XXIII. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”.....	74
TABLA XXIV. PANTALLA CREAR USUARIO.....	76
TABLA XXV. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”.....	77
TABLA XXVI. PANTALLA NUEVO SOCIO.....	79
TABLA XXVII. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”.....	80
TABLA XXVIII. PANTALLA MODIFICAR SOCIO.....	82
TABLA XXIX. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”.....	83

TABLA XXX. PANTALLA BAJA SOCIO.....	85
TABLA XXXI. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”.....	86
TABLA XXXII.PANTALLA CREAR REUNIÓN.....	87
TABLA XXXIII.CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”.....	88
TABLA XXXIV.PANTALLA MODIFICACIÓN REUNIÓN.....	89
TABLA XXXV.CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”.....	90
TABLA XXXVI.PANTALLA BAJA REUNIÓN.....	92
TABLA XXXVII.CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”.....	93
TABLA XXXVIII.PANTALLA PERMISO SOCIO.....	95
TABLA XXXIX. CASO DE USO “REGISTRO DE PERMISO”.....	97
TABLA XL. PANTALLA ENTRENAMIENTO SISTEMA.....	99
TABLA XLI. CASO DE USO “ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA”.....	101
TABLA XLII. PANTALLA REGISTRO ASISTENCIAS.....	104
TABLA XLIII. CASO DE USO “REGISTRO DE ASISTENCIAS”.....	105
TABLA XLIV. PANTALLA VISUALIZACIÓN REPORTES.....	108
TABLA XLV. CASO DE USO “VISUALIZAR REPORTE ASISTENCIAS”.....	109
TABLA XLVI. PANTALLA VISUALIZACIÓN REPORTES.....	110
TABLA XLVII. CASO DE USO “VISUALIZAR REPORTE SANCIÓN”.....	111
TABLA XLVIII. REQUISITO NO FUNCIONAL “ENTORNO DE EXPLOTACIÓN”.....	112
TABLA XLIX. REQUISITO NO FUNCIONAL “SEGURIDAD”.....	112
TABLA L. REQUISITO NO FUNCIONAL “FUNCIONALIDAD”.....	113
TABLA LI. REQUISITO NO FUNCIONAL “PORTABILIDAD”.....	113
TABLA LII. REQUISITO NO FUNCIONAL “DISPONIBILIDAD”.....	113
TABLA LIII. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS DE AGORITMOS DE RECONOCIMIENTO.....	155
TABLA LIV: CASOS DE PRUEBA Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	157
TABLA LV. CASO DE PRUEBA “ACCESO AL SISTEMA”.....	161
TABLA LVI. CASO DE PRUEBA”CREACIÓN DE USUARIO”.....	162
TABLA LVII. CASO DE PRUEBA “MODIFICACIÓN DE USUARIO”.....	162
TABLA LVIII. CASO DE PRUEBA”CREACIÓN DE SOCIO”.....	164
TABLA LIX. CASO DE PRUEBA “MODIFICACIÓN DE SOCIO”.....	165
TABLA LX. CASO DE PRUEBA “DAR BAJA SOCIO”.....	166
TABLA LXI. CASO DE PRUEBA “CREACION DE REUNIÓN”.....	166
TABLA LXII. CASO DE PRUEBA “MODIFICACIÓN DE REUNIÓN”.....	167
TABLA LXIII. CASO DE PRUEBA “DAR BAJA REUNIÓN”.....	168

TABLA LXIV. CASO DE PRUEBA “REGISTRO DE PERMISO”	169
TABLA LXV. CASO DE PRUEBA “ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA”	170
TABLA LXVI. CASO DE PRUEBA “REGISTRO DE ASISTENCIA”	171
TABLA LXVII. CASO DE PRUEBA “VISUALIZAR REPORTE ASISTENCIAS”	172
TABLA LXVIII. CASO DE PRUEBA “VISUALIZAR REPORTE SANCIÓN”	173
TABLA LXIX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN	175
TABLA LXX: RECURSOS HUMANOS, MATERIALES, TÉCNICOS TECNOLÓGICOS	181

a. Título

“SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS”

b. Resumen

El presente trabajo de tesis describe el proceso que permitió el desarrollo de un sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, para iniciar la implementación del sistema fue de vital importancia la utilización de OpenCV, la cual es una poderosa librería que permite realizar visión por computadora, además provee de algunos algoritmos entre los cuales se destacan los algoritmos que permiten el reconocimiento facial. Es importante mencionar que para poder utilizar OpenCV se utilizó la librería JavaCV, la cual permite acceder a los métodos nativos de la misma. Para realizar el reconocimiento facial es necesario ejecutar el siguiente proceso: captura de la imagen, pre-procesamiento, detección de rostro en donde se aplicó el método basado en cascada de clasificadores y la extracción de características en donde para realizar dicho proceso se utilizó uno de los algoritmos que permiten el reconocimiento facial denominado LBPH (Local Binary Patterns Histograms), normalmente esta operación produce un vector de características de baja dimensión que debe ser comparado con una base de datos de personas previamente almacenados, por último para identificar a un individuo se compara el vector de características del individuo con los vectores previamente almacenados, si esta medida es inferior a un determinado umbral la identificación es positiva.

En cuanto a la metodología de desarrollo de software se aplicó ICONIX, la cual presenta de forma clara las actividades de cada fase y la secuencia que debe ser seguida, se fundamenta en cuatro fases para cubrir todo el ciclo de vida de desarrollo de software las cuales son: análisis de requerimientos, análisis y diseño preliminar, diseño detallado e implementación. A modo de contextualización se presenta la revisión literaria, en donde se abarca diversos aspectos concernientes a la tecnología biometría y por su puesto del estado de arte del reconocimiento facial la principal tecnología utilizada en la realización del presente proyecto. Finalmente se presentan los resultados obtenidos luego de haber llevado a cabo cada una de las actividades propuestas por la metodología utilizada, posteriormente se detallan las conclusiones y recomendaciones respectivas.

Summary

The present research describes the process that enabled the development of a Facial Recognition System designed to control the attendance of the personnel belonging to the Namanda Community Development and Environmental Association. Crucially OpenCV, a powerful library that allows visualization via a computer was used. It provided some of the algorithms which enable facial recognition. In order to use OpenCV, it was necessary to take advantage of JavaCV, another tool which allows access to the methods incorporated in the previously mentioned OpenCV. To undertake facial recognition the following process must be executed: image capture, pre-processing, and face detection, where the waterfall classifiers method was applied LBPH (Local Binary Patterns Histograms) was one of the algorithms used, allowing the extraction of characteristics for facial recognition. This process normally produces a feature vector of low dimensions which has to be contrasted with a database of the characteristics of previously stored individuals. In order to identify a person there must be a comparison with the vector of individual characteristics with the vectors previously stored, if this measurement is lower than an acknowledged threshold, the identification is positive.

The methodology used to develop this software ICONIX was applied in a way which presented clearly the activities of each phase and the sequence that needed to be followed. Its fundamentals were divided into four stages: requirement analysis, analysis and preliminary design, detailed design and implementation. As part of this project, a literary review is given where many topics related to the biometric technology and state of art of facial recognition is covered. The results are presented after using the methodology to carry out each of the proposed activities. Finally conclusions and recommendation are detailed respectively.

c. Introducción

El presente proyecto de tesis está orientado a proporcionar una alternativa de solución al problema que ocasiona el control de asistencias de recursos humanos a asambleas generales ordinarias y extraordinarias de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, por cuanto este se ve afectado debido a la inexistencia de un control automatizado que permita de manera oportuna obtener un registro de control de asistencias, y en base a dicho registro efectuar las sanciones pertinentes.

Por ello luego de haber analizado las diferentes tecnologías biométricas que permiten realizar el control de asistencias, se creyó conveniente el desarrollo de un sistema de control de asistencias mediante reconocimiento facial, el mismo que se lo ha realizado utilizando: OpenCV, JavaCV, MySQL y el lenguaje de programación Java. La librería OpenCV facilita la tarea de detectar rostros, pues ya cuenta con clasificadores Haar entrenados para esta función los cuales están almacenados en archivos xml, además cuenta con algoritmos que facilitan el reconocimiento de un rostro presente en una imagen, los algoritmos disponibles por esta librería son: EigenFace, FisherFace y LBPH. En este proyecto se hace uso del algoritmo LBPH (Local Binary Patterns Histograms), el cual permite la extracción de características de una imagen dando como resultado un vector de características de baja dimensión que debe ser comparado con una base de datos de personas previamente almacenados, por último para identificar a un individuo se compara el vector de características del individuo con los vectores previamente almacenados, si esta medida es inferior a un determinado umbral la identificación es positiva. Como OpenCV inicialmente fue escrito en C, para poder utilizarlo en Java, se utilizó JavaCV, el cual es un contenedor que permite acceder a las funciones nativas de OpenCV, obteniendo así los resultados esperados.

La estructura del presente trabajo inicia con el Título, el mismo que abarca básicamente la solución al problema de investigación planteado inicialmente; el Resumen, es una visión global con incidencia de todos los resultados en forma general; seguido de la Introducción, que resalta la importancia del tema, el aporte a la entidad y la estructura de su contenido; continúa con la Revisión Literaria, en donde se recopila la información bibliografía concerniente al desarrollo del proyecto de tesis, la cual permite tener un conocimiento más claro de la principal tecnología utilizada en el

desarrollo del mismo; seguido por los Materiales y Métodos, donde se deja constancia de los diferentes métodos , técnicas y metodología de desarrollo de software utilizada, la misma que permitió desde el inicio obtener la información necesaria para el correcto desarrollo del proyecto. Posteriormente se especifica los Resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, en donde se detallan cada una de las actividades cumplidas en las etapas de la metodología de desarrollo de software, las cuales se llevaron a cabo con la finalidad de cumplir el objetivo principal del proyecto el cual es:

- ❖ Desarrollar un sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos.

A continuación en el Desarrollo de la Propuesta Alternativa, se da a conocer explícitamente las actividades realizadas con la finalidad de dar solución a los problemas que implican la falta de un sistema de control de asistencias a reuniones planificadas por la institución, en donde se da a conocer las etapas que fueron necesarias para cumplir con los objetivos específicos descritos a continuación:

- ❖ Encontrar la metodología útil que permita entender y realizar el reconocimiento facial biométrico.
- ❖ Aplicar la metodología de desarrollo de software, para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia.
- ❖ Implantar el sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos, en la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.
- ❖ Presentar los resultados obtenidos.

En cuanto a la Valoración Técnica Económica Ambiental, se expone detalladamente los recursos invertidos para el desarrollo y culminación del presente proyecto. Por último en las Conclusiones se argumenta el grado de cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto y los resultados obtenidos, las Recomendaciones en cambio se centran en detallar consejos pertinentes las mismas que se podrían tomar en cuenta en trabajos futuros, la Bibliografía en cambio describe información de páginas de internet consultadas, finalmente los Anexos, que contienen documentos complementarios que ayudaron en el proceso investigativo.

d. Revisión de Literatura

CAPÍTULO 1. SISTEMAS BIOMÉTRICOS

1.1. Introducción

La biometría propone una alternativa de identificación de personas de manera segura, automática y fiable. Esto es debido a que los rasgos biométricos no pueden, en general, ser robados, prestados, sustraídos o copiados, lo cual presenta una gran ventaja frente a sistemas basados en contraseñas y otros elementos que necesitan el conocimiento de una información o posesión de un elemento [1].

1.2. Sistemas Biométricos

Un sistema biométrico es un sistema de reconocimiento de patrones que funciona obteniendo datos biométricos de un individuo, el sistema extrae un conjunto de datos adquiridos, y comparando estas características con una o un conjunto de plantillas (características biométricas), almacenadas en la base de datos [1].

En la Figura 1, se muestra la estructura general del funcionamiento de los sistemas de reconocimiento biométrico [2].



Figura 1. Arquitectura general de un sistema biométrico

Existen dos maneras de operar los sistemas biométricos. La primera tiene como fin la verificación, de este modo se busca confirmar o refutar la identidad que alguna

persona diga poseer. La otra manera tiene como propósito la identificación, en la que el sistema debe reconocer a la persona en cuestión basándose en bases de datos que contienen gran variedad de registros.

1.2.1. Autenticación Biométrica

La autenticación biométrica se realiza a través de dos tipos de procesos: la identificación y la verificación [1].

1.2.1.1. Identificación

Cuando se utiliza la biometría para la identificación los identificadores biométricos son comparados con bases de datos para identificar a un individuo desconocido. Para que la identificación tenga éxito la comparación de la muestra biométrica debe coincidir con los archivos de alguna base de datos, este proceso es uno a varios; ya que la lectura de datos realizado debe compararse con muchos potenciales perfiles que pueden coincidir.

1.2.1.2. Verificación

El proceso de verificación, consiste en comparar un indicador biométrico capturado con uno almacenado y así verificar que la persona en cuestión es quien dice ser, este método puede ser acompañado por una tarjeta inteligente, un nombre de usuario o un número de identificación. La tecnología biométrica se usa para verificar esa identidad de forma más confiable. Este proceso es considerado de uno a uno, ya que los datos ingresados al sistema biométrico se comparan a un perfil almacenado y se verifica si se emparejan o no.

1.2.1.3. Factores de Autenticación

Los usuarios al autenticarse en un sistema de control de acceso, presentan una identidad con la evidencia de esa identidad: lo conocen (por ejemplo una contraseña), lo tienen (por ejemplo una tarjeta inteligente) o lo que son (una característica biométrica). Estos son considerados factores de autenticación. La biometría es considerada por algunos como el potencial reemplazo a la autenticación de varios

factores como: tarjetas inteligentes, contraseñas, etc. Por otra parte la biometría se ve como un complemento a la autenticación actual que usa uno o más factores.

1.2.2. Indicadores biométricos actuales

La identificación biométrica se refiere a procesos automáticos para establecer la identidad de una persona basándose en su fisiología (huellas dactilares, iris, retina) o en su comportamiento (firma, manera de hablar o caminar). Los sistemas biométricos de identificación presentan varias ventajas sobre otros métodos de identificación que implican el uso de contraseñas o de tarjetas de identificación. Una de estas ventajas es el hecho de que la persona a ser identificada debe estar presente en el punto de verificación, otra ventaja es que no es necesario memorizar contraseñas o llevar consigo dispositivos de identificación.

Existe una práctica que se encarga de analizar estas características para lograr la identificación humana, a ésta se le denomina “biometría”, la cual acude a métodos denominados sistemas biométricos que tienen como función el reconocimiento de identidad utilizando estrategias automatizadas que analizan indicadores biométricos.

Dentro de los indicadores biométricos se distinguen dos grandes grupos [3]:

- ❖ Características físicas: son las que el sujeto tiene físicamente.
- ❖ Características del comportamiento: son las que el sujeto ha desarrollado.

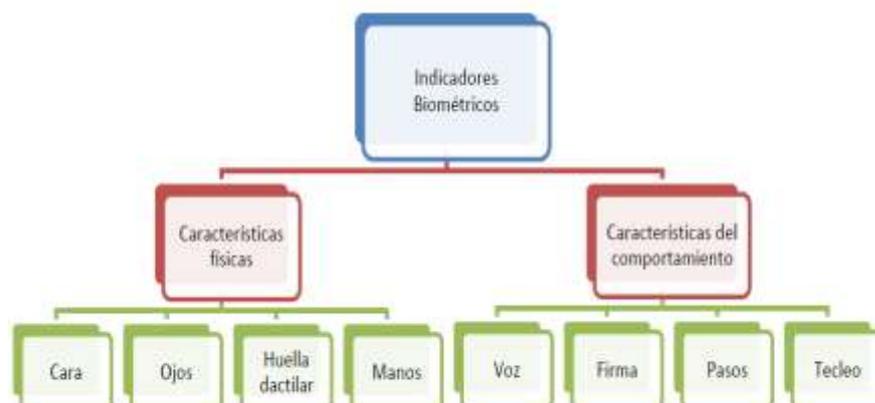


Figura 2. Esquema Características Biométricas

1.2.2.1. Características de un indicador biométrico

Un indicador biométrico es alguna característica con la cual se puede realizar biometría. Cualquiera sea el indicador, debe cumplir los siguientes requerimientos [3]:

1. **Universalidad:** indica que cualquier individuo tiene dicha característica.
2. **Unicidad:** hace referencia a las posibilidades mínimas de que dos individuos presenten una característica idéntica.
3. **Permanencia:** la característica no cambia en el tiempo; y
4. **Cuantificación:** la característica puede ser medida en forma cuantitativa.

Los requerimientos anteriores sirven como criterio para descartar o aprobar a alguna característica como indicador biométrico. Luego de seleccionar algún indicador que satisfaga los requerimientos antes señalados, es necesario imponer restricciones prácticas sobre el sistema que tendrá como misión recibir y procesar a estos indicadores.

1.2.3. Proceso de un Sistema Biométrico

El primer proceso es la adquisición de datos biométricos de un individuo, ya sea mediante dispositivos electrónicos, sensores, datos ya almacenados pero no procesados. Estos datos serán digitalizados. En el procesamiento de datos, se extraen características únicas de los datos digitalizados para poder identificar a la persona. La primera vez que se realiza este proceso se conoce como inscripción ya las características extraídas se almacenan en la base de datos [1].

En este estado se interactúa con las plantillas almacenadas en la base de datos y existen dos posibilidades: que la comparación sea con una sola plantilla, método que es conocido como función de verificación o con varias plantillas, conocido como función de Identificación. Después de la comparación se obtiene valores de coincidencia que permiten tomar una decisión, en caso contrario si los valores no son los esperados, se puede repetir el proceso o usar otro mecanismo. Al terminar este proceso puede haber cuatro posibilidades de autenticación:

- ❖ Usuario legítimo aceptado.

- ❖ Usuario legítimo rechazado.
- ❖ Usuario ilegítimo aceptado.
- ❖ Usuario ilegítimo rechazado.

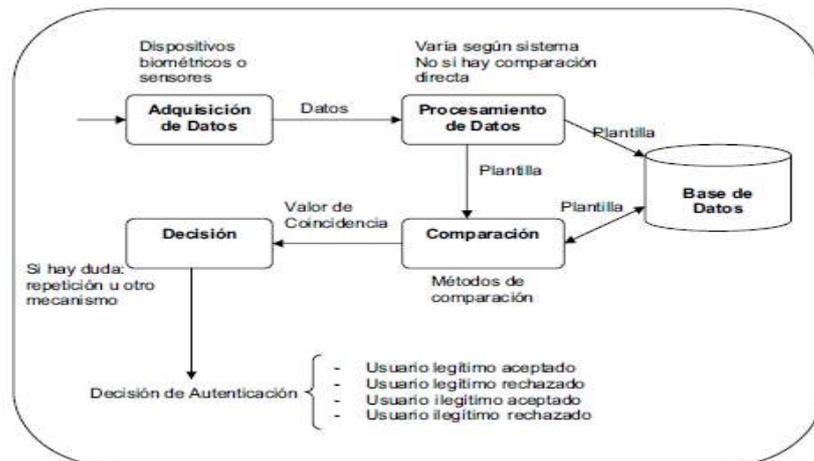


Figura 3. Proceso general de un Sistema Biométrico

1.2.4. Rendimiento de los Sistemas Biométricos

Vale la pena indicar que al igual que con cualquier otro sistema de seguridad, un análisis biométrico de la cara puede tener algunos inconvenientes, ya sea validando una cara desconocida como genuina (falso positivo) o rechazando una cara conocida (falso negativo). Esto sucede porque el reconocimiento facial puede ser afectado por cosas como la iluminación, gestos del usuario y otros factores externos. Lo cierto es que los falsos positivos y negativos no son muy frecuentes. Para evaluar las prestaciones o rendimiento de un sistema biométrico, se deben analizar y valorar los siguientes parámetros estándares [3]:

- ❖ **Tasa de falsa aceptación** (False Acceptance Rate-FAR): esta tasa es la proporción esperada de operaciones falsamente reclamadas que son incorrectamente confirmadas.
- ❖ **Tasa de falso rechazo** (False Reject Rate-FRR): esta tasa es la proporción esperada de operaciones correctamente reclamadas que son incorrectamente rechazadas.

Estas dos tasas son inversamente proporcionales, por lo que siempre debe llegarse a un compromiso. El punto de intersección entre la tasa de falsa aceptación y la tasa de falso rechazo se conoce como la tasa de error igual o tasa de equierror (Equal Error Rate-EER).

1.2.5. Principales Sistemas Biométricos

A continuación, se expone una breve descripción de las técnicas de reconocimiento más conocidas y utilizadas [3].

1.2.5.1. Huella dactilar

La comparación de la huella dactilar es una de las técnicas más antiguas, más utilizada y aceptada a nivel global. Una huella dactilar es la impresión que produce el contacto de las crestas papilares de un dedo de la mano sobre una superficie, es decir, es la representación de la morfología superficial de la epidermis de un dedo. Está formada por una serie de líneas que representan las crestas y unos espacios en blanco que representan los valles. A veces, se producen intersecciones entre las líneas y terminan de forma abrupta, dando lugar a lo que se conoce como minucias. La identificación con huellas digitales está basada principalmente en las minucias [3].

La forma general de procesar una huella dactilar se muestra en la figura 4:

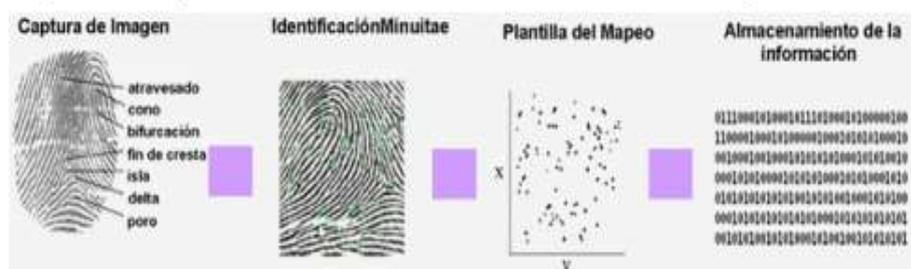


Figura 4. Proceso de escaneo de la huella dactilar

1.2.5.2. Patrones oculares

En los sistemas biométricos basados en patrones oculares se conocen dos técnicas atendiendo a distintas partes del ojo [3]:

- ❖ **Retina:** se basa en la utilización del patrón de los vasos sanguíneos contenidos en la retina. Se trata de una fuente de información biométrica altamente distintiva ya que no existen dos patrones iguales, por lo que es una de las técnicas biométricas idónea para entornos de alta seguridad.
- ❖ **Iris:** el iris es la membrana coloreada y circular del ojo que separa la cámara anterior de la cámara posterior. Se ha demostrado que el iris tiene 266 puntos únicos y se cree que cada ojo es único y permanece estable con el tiempo, estas son las razones por las que es un sistema de autenticación tan bueno y que se encuentra en auge.

1.2.5.3. Voz

La voz es el sonido que el aire expelido de los pulmones produce al salir de la laringe, haciendo que vibren las cuerdas vocales. Es algo singular de cada ser humano y por ello se utiliza como técnica biométrica. El uso más común de las tecnologías de reconocimiento de voz es en el control por comandos. Otra aplicación de este tipo de tecnología son los sistemas diseñados para personas con problemas auditivos o que tienen dificultad para introducir información a un ordenador a través del teclado [3].

1.2.5.4. Rostro

Otro sistema biométrico es el reconocimiento facial. El método más común utiliza una cámara para capturar una imagen de la cara de un sujeto, que es analizada en función de ciertos puntos clave, como la distancia entre los ojos, la anchura de la nariz, la distancia del ojo a la boca, o la longitud de la línea de la mandíbula. En función de estos parámetros se genera una plantilla única que luego es comparada con otras.

El sistema biométrico basado en rostros es el objeto de estudio de este proyecto, por lo que se hará un mayor análisis de la técnica posteriormente.

1.2.6. Comparación de Sistemas Biométricos

No existe una modalidad biométrica que sea mejor para todas las implementaciones. Hay que tener en cuenta muchos factores al implementar un dispositivo biométrico: la

ubicación, los riesgos de seguridad, el tipo de tarea (identificación o verificación), cantidad de usuarios, circunstancias de utilización, base de datos, etc. Otro factor importante es que las técnicas biométricas están en distintas etapas de desarrollo. En La Figura 5, a modo de resumen, se recogen las diferentes características de los sistemas biométricos más utilizados: [3]

	Ojo (Iris)	Ojo (Retina)	Huellas dactilares	Vascular dedo	Vascular mano	Geometría de la mano	Escritura y firma	Voz	Cara 2D	Cara 3D
Fiabilidad	Muy alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media	Alta	Media	Alta
Facilidad de uso	Media	Baja	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Prevención de ataques	Muy alta	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media	Media	Media	Alta
Aceptación	Media	Baja	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Estabilidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Baja	Media	Media	Alta

Figura 5. Tabla comparativa sistemas biométricos

CAPÍTULO 2. DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS

2.1. Introducción

La detección de rostros tiene como objetivo identificar todas las regiones de la imagen que contenga rostros humanos sin importar su posición, escala, orientación, pose e iluminación. También se define la localización del rostro, ya que identifica una sola región que contenga un rostro en una imagen [4].

2.2. Detección de Rostros

Uno de los grandes problemas en la identificación de rostros es la detección de los mismos por medio de imágenes. Para que un algoritmo de identificación funcione perfectamente se debe hacer una detección precisa de la imagen. El algoritmo no solo debe detectar el rostro para la identificación o verificación de personas sino que tiene que tomar en cuenta otros aspectos los cuales podrían dificultar el proceso de detección del rostro como [4]:

- ❖ Pose y orientación del rostro.
- ❖ Tamaño del rostro.
- ❖ Presencia de lentes, barba, gorros, etc.
- ❖ Expresión de la cara.
- ❖ Problemas de iluminación.
- ❖ Condiciones de la imagen.
- ❖ Cantidad desconocida de caras en la imagen.

En la actualidad existen algoritmos de detección de rostros dependientes de los escenarios a considerar. Una posible clasificación de los algoritmos de detección de rostros es: [4]

- ❖ **Métodos Basados en Rasgos Faciales:** buscan encontrar aquellas características presentes en cualquier rostro: ojos, cejas, labios, boca, mentón, líneas de contorno.
- ❖ **Métodos Basados en la Imagen:** aplican herramientas generales de reconocimiento de patrones para sintetizar un modelo a partir de un conjunto de imágenes de entrenamiento. Trabajan con la imagen completa o una región de esta sin buscar rasgos faciales de forma localizada.

La anterior no es la única clasificación posible. Otras clasificaciones posibles son:

- ❖ Métodos basados en color vs. Métodos basados en tonos de gris.
- ❖ Métodos holísticos vs. Métodos locales.
- ❖ Métodos de localización en tiempo real vs. Métodos offline.

2.2.1. Métodos Basados en Rasgos Faciales

Estos métodos explotan propiedades aparentes de la cara tal como el color de la piel y la geometría fácil. La detección de la cara se resuelve manipulando medidas de distancias, ángulos y áreas de los rangos visuales en la imagen. Se pueden definir tres ramas dentro del conjunto de métodos basados en rasgos faciales: [4]

- ❖ **Análisis de bajo nivel:** son técnicas que trabajan directamente con los píxeles, principalmente hay dos:

- ✓ **Basados en bordes:** buscan bordes, los afinan, etiquetan y finalmente buscan estructuras similares a las de una cara.
 - ✓ **Basados en regiones:** aprovechan el hecho de que hay zonas más oscuras que el resto de la cara (cejas, pupilas, etc.). Separan la imagen en regiones. Localizan la cara comparando la distribución de las regiones presentes con la distribución de regiones tipo de una cara.
- ❖ **Análisis de rasgos faciales:** Dado que el análisis a bajo nivel puede brindar información parcialmente correcta o incompleta, esta familia de métodos busca encontrar implícitamente los rasgos faciales. Se basan fuertemente en las relaciones geométricas que cumplen los diferentes rasgos presentes en una cara. Existen dos grandes aproximaciones al respecto:
- ✓ **Búsqueda de rasgos:** intentan realizar una búsqueda ordenada de los rasgos característicos de una cara. Por ejemplo, primero buscan la frente, luego los ojos, continúan con la nariz, etc. Se basan en hipótesis sobre la pose y orientación de la cara y utilizan heurística.
 - ✓ **Análisis de Constelaciones:** buscan levantar algunas de las hipótesis de los métodos anteriores sobre la pose y orientación de la cara. Se basan en un análisis probabilístico de la ubicación de ciertos puntos característicos (constelación) de una cara.
 - ✓ **Análisis mediante modelos de contornos activos:** Los métodos basados en modelos de contornos activos buscan adaptar un modelo genérico de un rasgo (ojo, boca, contorno de la cara) a la imagen o porción de imagen en cuestión. Para esto, buscan iterar deformando el modelo hasta adaptarlo al rasgo buscado. Se basan fuertemente en la información local de la imagen (bordes, nivel de gris).

2.2.2. Métodos Basados en la Imagen

En estas técnicas, por el contrario, el objeto de estudio es la imagen misma. El conocimiento previo se incorpora implícitamente en esquemas de entrenamiento. Se trabaja directamente con una representación de la imagen a la que se le aplica algoritmos de entrenamiento y análisis. Los métodos basados en rasgos faciales son

muy débiles a cambios que se puedan presentar en las imágenes, por ejemplo, más apariciones de rostros o cambios en el ambiente (iluminación, fondo). Para resolver este problema surgieron las siguientes técnicas: [4]

2.2.2.1. Sub-espacios lineales

Esta técnica se fundamenta en representar las imágenes de los rostros en espacios lineales buscando a que espacio lineal pertenece mediante un análisis estadístico, entre los cuales se destacan: PCA (análisis de componentes principales), LDA (análisis de discriminante lineal), ICA (análisis de componentes independientes).

2.2.2.2. Redes neuronales

Es una técnica de mayor uso para el reconocimiento de patrones ya que se puede verificar si una imagen contiene un rostro. Esto se logra entrenando las redes neuronales con imágenes que contienen rostros y otras imágenes que no. Además, dan solución al problema de saber que si un objeto interfiere con la imagen del rostro.

2.3. Detección de caras: Método Viola & Jones

El Método de Viola & Jones, es un método de detección de objetos en una imagen, desarrollado por los investigadores Paul Viola y Michael Jones en el año 2001. Éste es el primero de todos los métodos capaces de detectar eficazmente y en tiempo real objetos en una imagen. Actualmente consiste uno de los métodos más conocidos y más utilizados para la detección de caras y personas. Este método viene implementado directamente en OpenCV, y se caracteriza por su rapidez en la detección de objetos en la escena, por un alto índice de aciertos y un bajo porcentaje de falsos positivo [5].

El método de Viola & Jones es un método de aproximación basado en la apariencia; éste, como método de aprendizaje supervisado, está dividido en dos etapas: una primera etapa de aprendizaje del clasificador basada en un gran número de ejemplos positivos (es decir, los objetos de interés, como por ejemplo las caras) y de ejemplos negativos, y una fase de detección mediante la aplicación de este clasificador a las imágenes no conocidas.

2.3.1. Características del Método Viola & Jones

En lugar de trabajar directamente con los valores de los píxeles, y para una mayor eficiencia y rapidez del método, Viola & Jones proponen utilizar un determinado tipo de características, las características tipo Haar, que se calculan como la diferencia de la suma de los píxeles de dos o más zonas rectangulares adyacentes. A continuación se muestra ejemplos de estas características propuestas por Viola & Jones de 2, 3 ó 4 rectángulos, en los que los píxeles de la zona oscura (la negativa) se restan a la suma de los píxeles blancos [5].

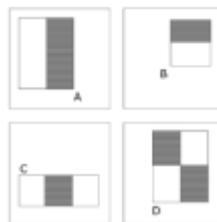


Figura 6. Características tipo Haar empleadas por Viola & Jones

Para el cálculo de estas características de forma rápida y eficiente, los autores proponen un nuevo método, la imagen integral: una representación en forma de imagen del mismo tamaño que la imagen original, donde cada uno de los puntos se calcula como la suma de los píxeles situados por encima de él y a su izquierda.

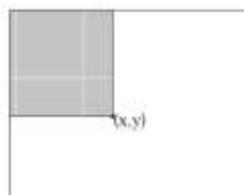


Figura 7. El valor de la imagen integral en un punto (x, y) es la suma de los píxeles de la región superior izquierda.

Como se muestra en el ejemplo de la Figura 6, mediante el uso de la imagen integral puede calcularse cualquier suma rectangular únicamente con cuatro referencias. El valor de la imagen integral en el punto 1 es la suma de los píxeles del rectángulo A; en el punto 2 es $A + B$; en el 3 es $A + C$; y en el punto 4 es $A + B + C + D$. La suma en el rectángulo D se calcula como: $D = 4 + 1 - 2 - 3$.

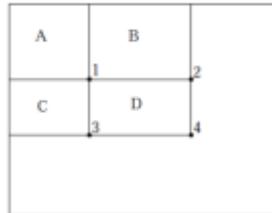


Figura 8. Suma del área rectangular D

2.3.2. Cascada de Clasificadores Haar

El clasificador Haar es un método desarrollado por Viola & Jones y es una versión del algoritmo “Adaboost”. Viola & Jones propusieron un esquema basado en una cascada de clasificadores fuertes. Tal y como se visualiza en la Figura 9, cada etapa corresponde a un clasificador fuerte y está entrenada con todos los ejemplos que la etapa anterior no ha clasificado correctamente más algunos nuevos. Por tanto, en la etapa de entrenamiento, cada etapa se entrena con un conjunto óptimo de características capaces de detectar cada vez ejemplos más complicados; es decir, las primeras etapas se encargan de descartar sub-imágenes que son muy diferentes de una cara, mientras que las últimas etapas pueden rechazar ejemplos mucho más complejos como pueden ser globos, pelotas, dibujos, etc. [5]

El clasificador Haar está basado en árboles de decisión con entrenamiento supervisado. El entrenamiento se realiza determinando una serie de características basadas en sumas y restas de los niveles de intensidad de la imagen. Basándose en estas características locales se puede obtener un detector de objetos robusto. También se denominan estos clasificadores mediante el nombre de cascada, ya que el resultado del clasificador es el fruto de varios clasificadores más simples o etapas. El candidato a objeto dentro de la imagen a procesar debe superar todas las etapas para ser aceptado. Después de que el clasificador ha sido entrenado, puede ser aplicado a una región de interés de una imagen de entrada. El clasificador devuelve un “1” si la región contiene el objeto, y “0” en otro caso. El clasificador está diseñado para que pueda ser fácilmente redimensionado para que sea capaz de encontrar los objetos de interés en diferentes tamaños, lo cual es mucho más eficiente que redimensionar la propia imagen. La palabra “cascada” en el nombre del clasificador significa que el clasificador resultante consiste en varios clasificadores más simples que son aplicados

uno tras otro a una región de interés hasta que en alguno de los pasos el candidato es rechazado o todos los pasos son satisfactorios.

La evaluación de los clasificadores fuertes generados por el proceso de aprendizaje puede ser rápida, pero no lo suficiente como para ser llevada a cabo en tiempo real. Si se utilizase un clasificador que tuviera un único estado, normalmente habría que aceptar los falsos negativos para reducir la tasa de falsos positivos. Sin embargo, para las primeras etapas del clasificador en cascada se acepta una alta tasa de falsos positivos esperando que las etapas posteriores puedan encargarse de reducir esta tasa mediante clasificadores más especializados. Con esto se pretende también reducir la tasa de falsos negativos en el clasificador final, ya que una sub-ventana será clasificada como cara sólo en el caso de que haya pasado por todas las etapas del clasificador.



Figura 9. Cascada de detectores propuesta por Viola y Jones.

2.4. Detección de Rostro con OpenCV

El algoritmo de detección de Viola & Jones en sí tiene dos etapas, primero una etapa de entrenamiento, en la que a una serie de filtros en cascada se les pasan unos patrones positivos (que coinciden con el objeto buscado) y negativos (no tienen el objeto) de forma que el sistema aprenda y se forme un modelo de las características de Haar del objeto a detectar [6].

La ventaja de este tipo de detectores es que las características de Haar son rápidas de calcular, y solo se calculan todas las características en el caso de que la región de la imagen en cuestión pase todos los clasificadores débiles. En el momento en que la imagen no pasa el umbral de uno de los clasificadores débiles se descarta, ahorrándose el cálculo del resto de clasificadores.



Figura 10. Proceso de detección de rostro

La clase que ofrece OpenCV para detección de caras, es la clase `cv::CascadeClassifier`. La clase `CascadeClassifier` tiene dos funciones principales que son las que permiten cargar las características de Haar del objeto a detectar, y otra para la detección propiamente dicha. Concretamente, la función que permite cargar las características de Haar es la función `cvLoad`, que necesita como parámetro de entrada el fichero xml que contiene la información generada en un entrenamiento previo. OpenCV viene ya con unos ficheros entrenados con miles de patrones para detección de caras, manos, ojos, personas, etc., por lo que no hace falta realizar un entrenamiento de patrones, sino utilizar los ficheros que trae OpenCV.

OpenCV viene con varios clasificadores diferentes para la detección frontal del rostro, detección de ojos, detección de nariz, detección de boca, etc. En realidad se puede utilizar esta función con cualquiera de estos otros detectores si así se desea. Es así que para la detección frontal de rostros, se utilizó el Clasificador Haar Cascade que vienen con OpenCV: `haarcascade_frontalface_alt.xml`.

A continuación se muestra el fichero OpenCV que se utiliza en el presente proyecto el cual en este caso se encuentra ubicado en el directorio `C:\`, por lo que para cargar el fichero se debe invocar la siguiente sentencia.

```
CvHaarClassifierCascade cascade = new CvHaarClassifierCascade
(cvLoad(C:\\opencv\\data\\haarcascades\\haarcascade_frontalface_alt.xml));
```

Una vez cargado este fichero, lo siguiente es detectar en una imagen las caras que haya, para lo cual se usa la función `cvHaarDetectObjects`. Esta función necesita como parámetros de entrada la imagen en la que se van a buscar las caras, la variable que contiene el clasificador (`cascade`), una variable en la que se almacenarán la lista de caras detectadas (`almacenar`), el tamaño al que se escalará la imagen, el número de vecinos que debe tener cada rectángulo de las características de Haar para tenerlo en consideración, por ejemplo:

```
CvSeq faces = cvHaarDetectObjects(imagen, cascade, almacenar, 1.1, 1, 0);
```

CAPÍTULO 3. RECONOCIMIENTO FACIAL

3.1. Introducción

Durante los últimos años, el reconocimiento facial se ha convertido en uno de las aplicaciones más estudiadas en campos como la biometría, el procesado de imagen o el reconocimiento de patrones. Una de las razones que ha llevado a este crecimiento son las necesidades cada vez mayores de aplicaciones de seguridad y vigilancia utilizadas en diferentes ámbitos [4].

El reconocimiento automático de individuos a partir de sus rasgos característicos desde siempre ha suscitado el interés de la comunidad científica puesto que esto permite obtener mayores niveles de eficiencia. La cara es un rasgo muy discriminativo por el cual se pueden identificar individuos a simple vista y que ha sido utilizado como rasgo de identidad en diversos ámbitos.

3.2. Definición de Reconocimiento Facial

El reconocimiento facial es la capacidad de reconocer a las personas por sus características faciales. Un sistema de reconocimiento facial es una aplicación dirigida por computadora para identificar automáticamente a una persona en una imagen digital, mediante la comparación de determinadas características faciales a partir de una imagen digital o un fotograma de una fuente de vídeo. Una de las maneras de

hacer esto es mediante la comparación de determinados rasgos faciales de la imagen facial y una base de datos [4].

3.3. Fundamentos del Reconocimiento Facial.

La cara humana, como rasgo característico, nos proporciona gran cantidad de información discriminativa sobre un sujeto permitiéndonos discernir e identificar a simple vista diferentes individuos. La cara alberga, a su vez, un conjunto de rasgos que la dotan de un alto poder discriminativo. Estos rasgos que componen la cara, están localizados en posiciones similares a lo largo de la población por lo que un sistema de reconocimiento facial puede beneficiarse de esta característica [7].

A continuación se describen los rasgos más significativos que componen el rostro humano:

- ❖ **Orejas:** Las orejas están situadas en los laterales de la cara. Habitualmente la variabilidad que presentan entre individuos es eminentemente geométrica, siendo el tamaño la característica que mejor las define. Debido a su localización, las orejas pueden estar ocluidas por el pelo, generando variaciones no deseadas.
- ❖ **Cejas:** Compuestas por vello situado en la parte superior de la cara justo encima de los ojos, ofrecen diferentes características a tomar en cuenta como son el grosor, la forma, el espesor y el color del vello. Su localización puede estar modificada por la expresión aunque por lo general no existe mucha variación del resto de características frente a diferentes gestos.
- ❖ **Ojos:** Los ojos, dada su complejidad, son quizá unos de los rasgos más discriminativos de la cara. Situados en la mitad superior de la cara, están compuestos por pestañas, párpados y el globo ocular que a su vez se diferencia en córnea, iris y pupila.
- ❖ **Nariz:** La nariz está situada aproximadamente en el centro de la cara. Su forma varía en gran medida entre los usuarios y la misma no suele ser afectada en los cambios de expresión. Los dos orificios nasales suelen ser un buen punto característico cuando se miden distancias.
- ❖ **Boca:** Por último, la boca situada en la parte inferior de la cara, es otro rasgo característico que facilita información del individuo. Como característica particular, debido a la gran flexibilidad y diversidad de movimientos que puede realizar este

rasgo, es posible encontrar gran variabilidad en un mismo sujeto dependiendo de si está sonriendo, si tiene la boca abierta, está sacando la lengua, etc.

3.4. Etapas de un Sistema de Reconocimiento Facial

Tal y como muestra la Figura 11, los sistemas de reconocimiento facial se dividen en cinco etapas principales [7].



Figura 11. Diagrama general de un sistema de reconocimiento facial

A continuación se exponen los diferentes métodos que existen para implementar dichas etapas:

3.4.1. Adquisición de la imagen

La adquisición de las imágenes de entrada se realiza mediante cualquier dispositivo capaz de tomar imágenes como, por ejemplo, una cámara fotográfica o la cámara integrada de un dispositivo móvil. Como con una imagen basta para comenzar el proceso, el tiempo de adquisición es muy bajo y no requiere de supervisión siempre y cuando las imágenes tomadas cumplan con un mínimo de calidad.

3.4.2. Detección

La etapa de detección en los sistemas de reconocimiento facial es crítica puesto que el resto de etapas se verán afectadas si no se ha realizado una detección y localización correctas. La detección está formada por dos partes:

- ❖ **Detección de la región de la cara.** La detección de las regiones de interés en una imagen se realiza mediante los denominados Haar-like features mostrados en la Figura 12, adaptados por Viola y Jones a partir del uso de Haar wavelets. Este sistema considera regiones rectangulares en una ventana de detección, suma las

intensidades de los píxeles en cada región y calcula la diferencia entre estas sumas. La diferencia es usada para clasificar sub secciones de la imagen.

La ventaja de este sistema desarrollado por Viola & Jones es la rapidez de cálculo, haciendo posible la detección de objetos en tiempo real. Este proceso requiere de un entrenamiento previo con una gran cantidad de imágenes positivas (caras) e imágenes negativas (imágenes sin caras) para generar lo que se denomina un clasificador en cascada.

- ❖ **Detección de la posición de los ojos:** Para realizar una correcta alineación de la imagen en el preprocesado, es necesario determinar las coordenadas de los ojos en la misma. Para detectar los ojos existen varios métodos. El método más directo es utilizar los clasificadores Haar usados en la detección de caras pero esta vez entrenados con imágenes de ojos.

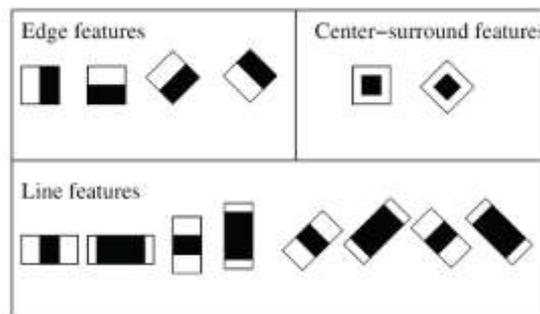


Figura 12. Características tipo Haar.

3.4.3. Preprocesado y Normalización.

La etapa de preprocesado se lleva a cabo a partir de la información obtenida en la detección. Esta etapa realiza una serie de transformaciones geométricas sobre la imagen dejándola preparada para la correcta extracción de características. En el preprocesado se utilizan cuatro fases para normalizar y alinear la imagen.

- ❖ **Rotación:** Una de las utilidades de calcular las coordenadas de los ojos, radica en poder determinar el ángulo de giro de una cara en una imagen y compensarlo. Al tener caras sin giro, el proceso de reconocimiento dará mejores resultados.

- ❖ **Escalado:** Para conseguir que todas las imágenes tengan el mismo tamaño, se utiliza la distancia entre los centros de los ojos para conseguir un ratio por el cual la imagen debe ser aumentada o reducida. Esto es necesario puesto que muchas técnicas de reconocimiento requieren que todos los datos de entrada tengan el mismo tamaño.
- ❖ **Recorte:** Una vez la imagen ha sido rotada y escalada, se procede al recorte de la misma para obtener sólo la región de interés. Para definir la región se utiliza la coordenada del ojo derecho. Existen varios tamaños de imagen estandarizados por los cuales se puede extraer la región de interés relativa a las necesidades del sistema.
- ❖ **Normalización de histograma:** Las imágenes pueden presentar variabilidad en la luminosidad y en el contraste lo que produce que imágenes similares sean muy diferentes respecto al valor de intensidad de sus píxeles. Mediante la normalización de su histograma, se pretende que las imágenes que tienen la mayor parte de sus valores de intensidad concentrados en una zona reducida del histograma, pasen a extenderse por todo el rango de valores del histograma.

3.4.4. Extracción de características

Una vez procesada la imagen se procede a extraer las características de las caras de manera que podamos operar con ellas. Este proceso consiste en encontrar el grupo de características que mejor define los datos de entrada con el objetivo de clasificar las caras encontradas. La extracción de características es la actividad en el proceso del reconocimiento facial, en donde se pasará una imagen cualquiera que contenga una cara, a un vector de coeficientes que representa la cara encontrada.

3.4.5. Comparación y Reconocimiento

En esta fase es donde a partir de un rostro normalizado y usando las imágenes que han sido entrenadas se busca el que tenga mayor probabilidad de ser la persona presente en la imagen capturada, dando como resultado un entero el cual representa clave que le corresponde.

3.5. Ventajas e inconvenientes del reconocimiento facial.

El reconocimiento facial presenta ciertas características favorables que la convierten en una técnica más viable para ser utilizada en ciertos ámbitos respecto a otras técnicas biométricas. Los aspectos más determinantes se definen a continuación [7]:

- ❖ **Baja intrusividad:** La cara, al ser un rasgo humano muy visible, facilita la tarea de su obtención lo que conlleva a que la misma sea poco intrusiva para los individuos. La cooperación que conlleva esta obtención es también mínima puesto que con que una cámara sea capaz de capturar la cara de una persona con una calidad aceptable es suficiente.
- ❖ **Gran poder discriminante:** Aunque la cara no sea uno de los rasgos con mayor poder discriminativo, sí que es un rasgo con una cantidad suficiente de información y variabilidad intra-clase para que tenga un alto poder discriminante.
- ❖ **Disponibilidad extendida:** El ser humano ha utilizado como método de reconocimiento básico la cara de las personas en gran variedad de ámbitos. Esto hace que haya una gran disponibilidad de bases de datos y que este rasgo haya sido obtenido de la mayor parte de la población con anterioridad.

Al igual que las ventajas descritas, el reconocimiento facial, como cualquier otra técnica biométrica, presenta ciertos inconvenientes que deben ser mencionados. Uno de los grandes inconvenientes que presenta esta técnica, es el hecho de que existe variabilidad. Esta variabilidad viene dada por la plasticidad del rostro humano respecto a los gestos y a que es un rasgo que no presenta invariabilidad temporal, teniendo varios rostros de un sujeto a lo largo de los años diferentes a simple vista. Cuando el entorno no está controlado, los cambios en la pose, oclusiones (gafas, gorro etc.) y baja calidad de las imágenes tomadas, hacen que el sistema pierda fiabilidad presentando inconvenientes a la hora de reconocer personas en un entorno real.

3.6. Aplicaciones de los sistemas de reconocimiento facial

- ❖ **Control de acceso.** Una de las aplicaciones de los sistemas de reconocimiento facial más extendidas son el uso de los mismos en lugares donde se requiere la verificación de identidad. La información contenida en el documento de identidad

de la persona puede ser contrastada automáticamente con una imagen de la cara a analizar [7].

- ❖ **Sistemas de seguridad:** Estos sistemas también son utilizados en circuitos cerrados de televisión para añadir una capa más de seguridad al sistema de video vigilancia. Las cámaras son capaces de detectar las caras de los individuos que aparecen en la imagen y realizar tareas de reconocimiento en tiempo real contra una base de datos de sospechosos y alertar en caso de obtener alguna coincidencia.
- ❖ **Biometría forense:** Las grandes bases de datos de individuos fichados por la policía hacen que los sistemas de reconocimiento facial en este entorno sean de gran importancia. Sistemas capaces de verificar la identidad de un sospechoso que acaba de ser detenido o sistemas capaces de comprobar si la persona tiene antecedentes se convierten en básicos y necesarios para este tipo de aplicaciones.
- ❖ **Aplicaciones móviles y redes sociales:** Con la llegada de los smartphones al mercado, los teléfonos móviles son cada día capaces de realizar una mayor variedad de tareas debido al desarrollo de la tecnología. Los teléfonos con cámara integrada son capaces de beneficiarse de sistemas de reconocimiento facial para permitir el acceso al dispositivo por parte del dueño.

3.7. Métodos de Extracción de Características

La extracción de características se emplea para obtener la información que resulta relevante de la cara al realizar una comparación. Los métodos de extracción de características no dependientes de pose se dividen en tres grandes grupos, métodos basados en apariencia, métodos basados en puntos característicos de la cara y métodos híbridos [7].

3.7.1 Métodos holísticos o basados en apariencia.

Estos métodos utilizan toda la región de la cara como entrada del sistema de reconocimiento. La imagen de la cara es transformada a un espacio en el cual se aplican técnicas estadísticas. Al utilizar toda la cara como único rasgo, estos métodos suelen presentar limitaciones dadas por cambios de expresión, pose o iluminación. A

continuación se describen brevemente algunas de las técnicas más usadas para los métodos basados en apariencia:

3.7.1.1. PCA (Análisis de Componentes Principales)

Es una técnica tradicional en el reconocimiento de rostros y probablemente la más utilizada. Esta técnica consiste en extraer de un conjunto de imágenes de entrenamiento un sub-espacio que maximice la varianza del espacio original. A estos vectores que se obtienen de estos cálculos se les denomina Eigenfaces ya son los vectores obtenidos de los valores propios más grandes de la matriz de covarianza de las imágenes originales. De esta manera se logra reducir de forma considerable la dimensión del problema, tomando las características únicas y propias de las imágenes originales. Para luego fijar unas métricas las cuales nos ayudarán al reconocimiento encontrando la distancia del vector de características de entrada con la distancia de los vectores almacenados en la base de datos. [4]

Si representásemos un grupo de imágenes pertenecientes a la misma persona en un espacio multidimensional, adjudicando un punto del espacio a cada imagen, esperaríamos encontrar que todas las imágenes se encuentran cerca unas de otras de manera que podríamos definir una “zona”. Este algoritmo lo que pretende es encontrar y definir esa “zona” [8].

Definimos como una matriz $P \times Q$ que contiene Q imágenes, con una imagen en cada fila. Los pixeles de cada imagen son escaneados de izquierda a derecha o de arriba a abajo de manera que una imagen representada por una matriz $N \times M$ se transforma en un vector ($N \times M = P$). Definimos como una matriz cuadrada $Q \times Q$ siendo la matriz de covarianza de X .

$$C = \sum_{m=1}^M (\underline{X}_m - \underline{\mu})(\underline{X}_m - \underline{\mu})^T$$

con $\underline{\mu}$ siendo la media de todas las muestras de caras, y m un valor que va de 1 a M .

$$\mu[m] = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N X(i, j)$$

Para determinar las componentes más fuertes del conjunto de muestras, un Singular Value Decomposition (SVD) es aplicado sobre C.

$$C = U \cdot \Sigma \cdot V^T$$

Σ es definida como una matriz diagonal positiva QxQ donde los elementos en su diagonal son conocidos como valores singulares o eigenvalues. Cada eigenvalue tiene un vector ortonormal asociado en U, el llamado eigenvector. Se puede demostrar que $U^T U = I$, que significa que PCA es biyectivo. Esto último no es correcto cuando se aplica reducción de la dimensionalidad, dado que si se realiza la anti-transformada se obtiene una versión reconstruida de los datos.

Una vez conseguidos los eigenvalues y los eigenvectors (referidos a partir de ahora como W o matriz de proyección), los datos en X pueden ser fácilmente transformados y anti-transformados:

$$Y = W^T X$$

$$X = W \cdot Y = W W^T X = X$$

3.7.1.2. LDA (ANÁLISIS DE DISCRIMINANTE LINEAL)

LDA es una técnica de aprendizaje supervisado para clasificar datos. La idea central de LDA es obtener una proyección de los datos en un espacio de menor (o igual) dimensión que los datos de entrada. Esta técnica define dos matrices SB y SW que representan la dispersión inter-clase e intra-clase, respectivamente. Mientras que la dispersión inter-clases es un típico cálculo de dispersión, el cálculo de la dispersión intra-clase determina la varianza entre cada una de las clases existentes representadas en todo el conjunto de datos. Las matrices pueden ser encontradas de la siguiente manera: [8]

$$S_B = \sum_{j=1}^c N_j (\mu_j - \mu)(\mu_j - \mu)^T$$

$$S_W = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^{N_j} (x_j^i - \mu_j)(x_j^i - \mu_j)^T$$

Donde c es el número de clases, N_j es el número de vectores en la clase j, μ es la media de todos los vectores, μ_j es la media de la clase j, x_j^i es el vector i de la clase j. A diferencia de PCA, esta técnica maximiza la relación entre la covariancia de ambas

clases (inter e intra clase) para obtener una proyección óptima que mejor discrimine los vectores de datos.

3.7.2. Métodos locales o basados en puntos característicos de la cara

Estos métodos se basan en extraer los rasgos que componen la cara como la nariz, los ojos, o la boca para clasificar sus características geométricas y/o de apariencia por separado en el sistema [7].

3.7.2.1. Análisis de distancias a puntos característicos

Uno de los primeros sistemas de reconocimiento se basa en la técnica a partir de puntos geométricos de la cara. A partir de la detección de diferentes puntos característicos se crean vectores que contienen datos de distancias entre los mismos. Cuantos más puntos característicos son detectados, mayor número de distancias podrán ser calculadas obteniendo así mejores resultados en el reconocimiento

3.7.2.2. Locality Preserving Projections (LPP)

LPP es otra técnica de reducción de dimensionalidad. Esta técnica se usa para construir una matriz de transformación que asocia vectores a un subespacio. A diferencia de PCA que conserva la estructura global de los datos, esta técnica conserva la estructura local. De esta manera los “vecinos” para un dato en concreto en el espacio original y en el nuevo subespacio serán los mismos. Así pues las imágenes pertenecientes a un mismo individuo estarán cercanas entre si y alejadas de los otros individuos. Estas asociaciones o matrices de afinidad A puede ser construida como: [9]

$$A_{i,j} = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{\sigma^2}\right)$$

Otra posibilidad para construir la matriz de afinidad es usando KNN. Si x_i es uno de los k vecinos próximos de x_j o viceversa, entonces el elemento (i,j) de la matriz de afinidad es puesto a 1. Si no es puesto a 0.

Por último, los auto-mapas Laplacianos son la solución óptima a la expresión siguiente:

$$W_{opt} = \arg \min_w \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \|W^T x_i - W^T x_j\|^2 A_{i,j}$$

3.7.2.3. Local Binary Pattern (LBP)

El algoritmo de LBP es sencillo pero dota a la información de gran robustez frente a cambios de iluminación. Se basa en ir tomando vecindarios respecto a un píxel central, el cual establece un valor de umbral. El vecindario es binarizado dependiendo de si el valor es mayor o menor que el umbral y cada valor así hallado es concatenado para formar un sólo número binario que más tarde se pasa a decimal siendo este número el nuevo valor del píxel. La imagen se divide en regiones donde se aplica LBP y se obtiene su histograma. Estos histogramas son posteriormente concatenados para obtener una representación de la cara.

Es un método de extracción de características con el fin de optimizar las etapas de identificación y clasificación de caras. Se describe como un sistema invariante ante cambios de iluminación que extrae la estructura local a partir del entorno en el cual se encuentra cada píxel. Lo primero que se calcula es, para cada píxel, un patrón binario que se obtiene comparando el píxel escogido con un número L de píxeles distribuidos equidistantes a su alrededor en un circunferencia. Una vez que se ha transformado toda la imagen, esta es dividida en bloques, de un tamaño configurable, en nuestro caso 7x7 píxeles, y se calcula el histograma de cada uno de los bloques. Una vez realizados todos los histogramas se normalizan por el número de píxeles de cada bloque y se concatenan unos con otros para acabar de formar el vector que contiene las características de la imagen de entrada [9].

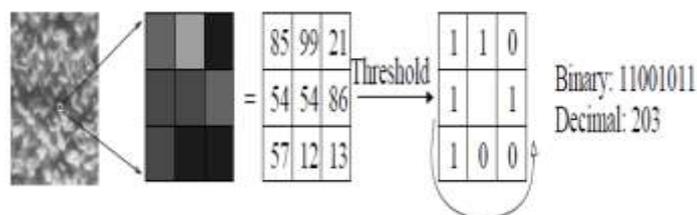


Figura 13. Operador LBP básico

3.7.2.4. EBGM (ELASTIC BUNCH GRAPH MATCHING) Correspondencia entre agrupaciones de grafos elásticos

Los algoritmos basados en el entrenamiento con su exactitud dependen exclusivamente del escenario de entrenamiento. El algoritmo de EBGM es seleccionado gracias a la robustez de la información en la rotación del plano y por la habilidad de clasificar caras demarcando zonas importantes del rostro. Dentro de estas zonas distintivas se toman más de 80 características que permiten localizar las semejanzas notables y las diferencias de las imágenes de entrenamiento. Estas zonas están compuestas por las seis regiones más predominantes de rostro humano las cuales se agrupan en: [4]

- ❖ Dos secciones para los ojos.
- ❖ Dos secciones para las cejas.
- ❖ Una sección para las fosas nasales.
- ❖ Una sección para la región que rodea la boca.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE

4.1. Metodología de desarrollo de software Programación Extrema (XP)

Programación Extrema, es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios [10].

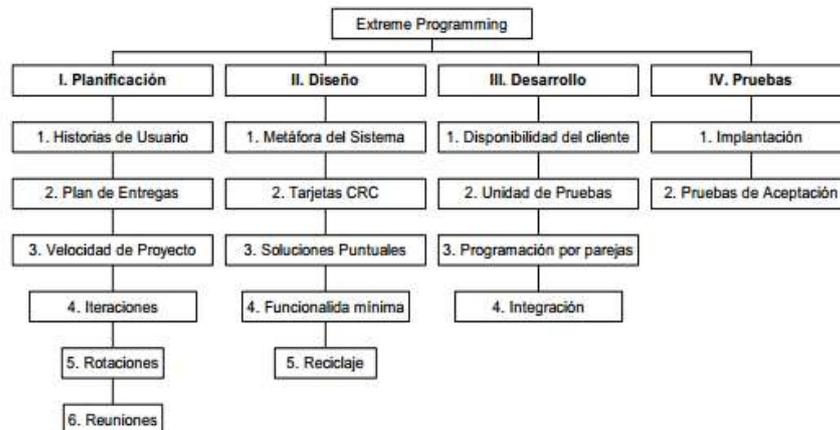


Figura 14. Fases de la metodología XP

La metodología de XP se basa en [10]:

- ❖ **Pruebas Unitarias:** se basa en las pruebas realizadas a los principales procesos, de tal manera que se adelanta en algo hacia el futuro, se puede hacer pruebas de las fallas que pudieran ocurrir. Es como si se adelantara a obtener los posibles errores.
- ❖ **Re fabricación:** se desarrolla en la reutilización de código, para lo cual se crean patrones o modelos estándares, siendo más flexible al cambio.
- ❖ **Programación en pares:** una particularidad de esta metodología es que propone la programación en pares, la cual consiste en que dos desarrolladores participen en un proyecto en una misma estación de trabajo. Cada miembro lleva a cabo la acción que el otro no está haciendo en ese momento.

4.1.1. Roles de la Programación Extrema (XP)

Los roles de acuerdo con la propuesta original de Beck son [10]:

- ❖ **Programador:** El programador escribe las pruebas unitarias y produce el código del sistema.
- ❖ **Ciente:** Escribe las historias de usuario y las pruebas funcionales para validar su implementación. Además, asigna la prioridad a las historias de usuario y decide cuáles se implementan en cada iteración centrándose en aportar mayor valor al negocio.

- ❖ **Encargado de pruebas (Tester):** Ayuda al cliente a escribir las pruebas funcionales. Ejecuta las pruebas regularmente, difunde los resultados en el equipo y es responsable de las herramientas de soporte para pruebas.
- ❖ **Encargado de seguimiento (Tracker):** Proporciona realimentación al equipo. Verifica el grado de acierto entre las estimaciones realizadas y el tiempo real dedicado, para mejorar futuras estimaciones.
- ❖ **Entrenador (Coach):** Es responsable del proceso global. Debe proveer guías al equipo de forma que se apliquen las prácticas XP y se siga el proceso correctamente.
- ❖ **Consultor:** Es un miembro externo del equipo con un conocimiento específico en algún tema necesario para el proyecto, en el que puedan surgir problemas.
- ❖ **Gestor (Big boss).** Es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje efectivamente creando las condiciones adecuadas. Su labor esencial es de coordinación.

4.1.2. Ventajas de XP

- ❖ Apropiado para entornos volátiles.
- ❖ Estar preparados para el cambio, significa reducir su coste.
- ❖ Planificación más transparente para los clientes, conocen las fechas de entrega de funcionalidades.
- ❖ Permitirá definir en cada iteración cuales son los objetivos de la siguiente.
- ❖ Permite tener realimentación de los usuarios muy útil.

4.1.3. Desventajas de XP

- ❖ Delimitar el alcance del proyecto con el cliente.

4.2. Metodología de desarrollo de software ICONIX

ICONIX es un proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales, que unifica un conjunto de métodos de orientación a objetos con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto [11]. Este proceso también hace uso aerodinámico del UML mientras guarda un enfoque afilado en el seguimiento de requisitos.

Presenta claramente las actividades de cada fase y exhibe una secuencia de pasos que deben ser seguidos. Además ICONIX está adaptado a los patrones y ofrece el soporte de UML, dirigido por casos de uso y es un proceso iterativo e incremental.

Algunas de las características fundamentales de ICONIX son:

- ❖ **Iterativo e incremental:** varias iteraciones ocurren entre el desarrollo del modelo del dominio y la identificación de los casos de uso. El modelo estático es incrementalmente refinado por los modelos dinámicos.
- ❖ **Trazabilidad:** cada paso está referenciado por algún requisito. Se define trazabilidad como la capacidad de seguir una relación entre los diferentes artefactos producidos.
- ❖ **Dinámica del UML:** La metodología ofrece un uso “dinámico del UML” como los diagramas del caso de uso, diagramas de secuencia y de colaboración.

4.2.1. Las Tareas de ICONIX

Es así que ICONIX se divide en dos grupos de trabajo que son Estático y Dinámico (Figura 15), y se fundamenta en cuatro fases para cubrir todo el ciclo de vida de desarrollo de software los cuales son [11]:

- ❖ Análisis de requerimientos.
- ❖ Análisis y Diseño Preliminar.
- ❖ Diseño Detallado.
- ❖ Implementación.

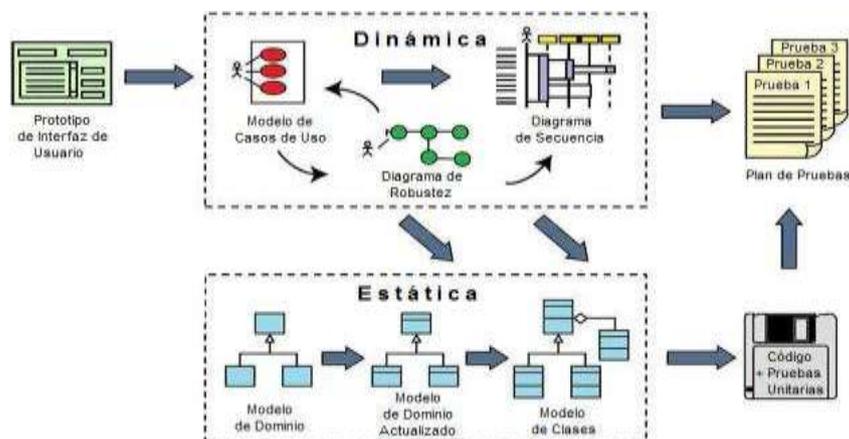


Figura 15. Flujo de ICONIX

❖ **Análisis de Requisitos**

- a) Identificar en el “mundo real” los objetos y todas las relaciones de agregación y generalización entre ellos. Utilizar un diagrama de clases de alto nivel definido como modelo de dominio. El trabajo es iniciado con un relevamiento informal de todos los requisitos que en principio deberían ser parte del sistema. Luego con los requisitos se construye el diagrama de clases, que representa las agrupaciones funcionales con que se estructura el sistema que se desarrolla.
- b) Presentar, si es posible, una prototipación rápida de las interfaces del sistema, los diagramas de navegación, etc., de forma que los clientes puedan comprender mejor el sistema propuesto. Con el prototipo se espera que las especificaciones iniciales estén incompletas. Existen cuatro tipos de prototipos:

- ❖ **Prototipo de viabilidad:** para probar la viabilidad de una tecnología específica aplicable a un sistema de información.
- ❖ **Prototipo de Necesidades:** utilizado para “descubrir” las necesidades de contenido de los usuarios con respecto a la empresa.
- ❖ **Prototipo de Diseño:** es el que usa ICONIX. Se usa para simular el diseño del sistema de información final. Se centra en la forma y funcionamiento del sistema deseado. Estos prototipos pueden servir como especificaciones parciales de diseño o evolucionar hacia prototipos de información.
- ❖ **Prototipo de Implantación:** es una extensión de los prototipos de diseño donde el prototipo evoluciona directamente hacia el sistema de producción.

Los prototipos de pantallas también proporcionan una manera de obtener las reacciones de los usuarios hacia la cantidad de información presentada sobre la pantalla de visualización.

- c) Identificar los casos de uso del sistema mostrando los actores involucrados. Utilizar para representarlo el modelo de casos de uso. Los casos de uso describen bajo la forma de acciones y reacciones el comportamiento de un sistema desde el punto de vista de un usuario; permiten definir los límites del sistema y las relaciones entre el sistema y el entorno
- d) Organizar los casos de uso en grupos, o sea, utilizar los diagramas de paquetes.

- e) Asociar los requisitos funcionales con los casos de uso y con los objetos del dominio (trazabilidad).

Un importante aspecto de ICONIX es que un requisito se distingue explícitamente de un caso de uso. En este sentido, un caso de uso describe un comportamiento; un requisito describe una regla para el comportamiento.

❖ **Análisis y Diseño Preliminar**

- a) Describir los casos de uso, como un flujo principal de acciones, pudiendo contener los flujos alternativos y los flujos de excepción. La principal sugerencia de ICONIX, en esta actividad, es que no se debe perder mucho tiempo con la descripción textual.
- b) Realizar un diagrama de robustez. Se debe ilustrar gráficamente las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso. Este diagrama permite analizar el texto narrativo de cada caso de uso e identificar un conjunto inicial de objetos participantes de cada caso de uso.

El análisis de robustez ayuda a identificar los objetos que participaran en cada caso de uso. Estos objetos que forman parte de los diagramas de robustez se clasifican dentro de los tres tipos siguientes:

- ❖ **Objetos de interfaz:** usados por los actores para comunicarse con el sistema.
- ❖ **Objetos entidad:** son objetos del modelo del dominio.
- ❖ **Objetos de control:** es la unión entre la interfaz y los objetos entidad. Sirven como conexión entre los usuarios y los datos.

Las reglas básicas que se deben aplicar al realizar los diagramas de análisis de robustez:

- ❖ Actores solo pueden comunicarse con objetos interfaz.
- ❖ Las interfaces solo pueden comunicarse con controles y actores.
- ❖ Los objetos entidad solo pueden comunicarse con controles.
- ❖ Los controles se comunican con interfaces, objetos identidad y con otros controles pero nunca con actores.

Tomando en cuenta que los objetos entidad y las interfaces son sustantivos y los controles son verbos. Se pueden enunciar de manera sencilla que los sustantivos nunca se comunican con otros sustantivos, pero los verbos, si pueden comunicarse con otros verbos y a su vez con sustantivos.

- c) Actualizar el diagrama de clases ya definido en el modelo de dominio con las nuevas clases y atributos descubiertas en los diagramas de robustez.

❖ **Diseño**

- a) Especificar el comportamiento a través del diagrama de secuencia. Para cada caso de uso identificar los mensajes entre los diferentes objetos. Es necesario utilizar los diagramas de colaboración para representar la interacción entre los objetos.

El diagrama de secuencia muestra interacciones entre objetos según un punto de vista temporal. El diagrama de secuencia es el núcleo de nuestro modelo dinámico y muestra todos los cursos alternos que pueden tomar todos nuestros casos de uso. Los diagramas de secuencia se componen de 4 elementos que son: el curso de acción, los objetos, los mensajes y los métodos (operaciones).

- b) Terminar el modelo estático, adicionando los detalles del diseño en el diagrama de clases.
- c) Verificar si el diseño satisface todos los requisitos identificados

❖ **Implementación**

- a) Utilizar el diagrama de componentes, si fuera necesario para apoyar el desarrollo. Es decir, mostrar la distribución física de los elementos que componen la estructura interna del sistema.

El diagrama de componentes describe los elementos físicos y sus relaciones en el entorno de realización. El diagrama muestra las opciones de realización.

- b) Escribir/ Generar el código

La importancia de la interactividad, accesibilidad y navegación en el software harán que el usuario se sienta seguro y cómodo al poder hacer uso de la aplicación sin inconvenientes tales como son los problemas de comunicación.

Pero además se debe tener en cuenta factores como:

- ❖ La Reusabilidad: que es la posibilidad de hacer uso de los componente en diferentes aplicaciones.
- ❖ La Extensibilidad: que consiste en modificar con facilidad el software.
- ❖ La Confiabilidad: realización de sistemas descartando las posibilidades de error.

c) Realizar pruebas. Test de unidades, de casos, datos y resultados. Test de integración con los usuarios para verificar la aceptación de los resultados.

4.2.2. Ventajas de ICONIX

- ❖ Desarrollo incremental e iterativo y la relativa facilidad con que se puede utilizar en otras metodologías de desarrollo u otras técnicas.
- ❖ Satisface la mayor parte de los requisitos del cliente.
- ❖ Usa un análisis de robustez que reduce la ambigüedad al describir los casos.
- ❖ Es usado en proyectos más ligeros que los usados en RUP, por lo que tiene un mayor campo de aplicabilidad.
- ❖ Proporciona suficientes requisitos y documentación de diseño, pero sin parar el análisis.
- ❖ Es refinado y actualizado a lo largo del proyecto, por lo que siempre refleja la actual comprensión del problema de espacio.

4.2.3. Desventajas de ICONIX

- ❖ No puede ser usado para proyectos grandes.
- ❖ Necesita información rápida y puntual de los requisitos, el diseño y las estimaciones.
- ❖ Se debe de conocer los diagramas de UML.
- ❖ Gran parte de la información la podemos encontrar en inglés, lo cual requiere establecer muy bien su comprensión

4.3. Metodología de Desarrollo de Software en Espiral

La metodología de desarrollo en espiral es una evolución de método clásico en cascada y se considera un método de desarrollo incremental. Este tipo de metodología equivale al de cascada, pero en él se permite el solapamiento de varias etapas con el objetivo de flexibilizar y compensar el tiempo de desarrollo total y alcanzar resultados funcionales en etapas tempranas. Está considerada como un método de desarrollo rápido y eficiente.

Es adecuada para proyectos en los que se tienen claros los objetivos finales pero no todos los detalles de implementación están elucidados [12].

4.3.1. Fases de la Metodología de Desarrollo de Software en Espiral

La metodología de desarrollo en espiral permite construir aplicaciones de tamaño medio manteniendo los recursos constantes. Normalmente el proyecto se divide en módulos más pequeños y a cada uno de ellos se le aplica el siguiente proceso:

- ❖ **Análisis de requerimientos:** Durante esta etapa se estudia detalladamente los requerimientos que cada objetivo conlleva. Aquí establecen todos los detalles funcionales deseados.
- ❖ **Diseño del sistema** - Con los datos de la etapa anterior, se diseña el sistema. Se realiza el diseño de la base de datos, interface de usuario, entorno, etc.
- ❖ **Etapas de construcción** - La etapa de construcción comprende básicamente la codificación y test de unidades. Esta etapa es un trabajo de programación pura.
- ❖ **Test y evaluación** - En esta etapa se realiza un test del módulo completo así como su evaluación frente al estudio de requerimientos. En muchos casos en esta etapa los usuarios finales participan de manera activa aportando información decisiva para la usabilidad del sistema.

4.3.2. Ventajas de la Metodología de Desarrollo de Software en Espiral

- ❖ Permite el desarrollo de proyectos en donde los objetivos finales están perfectamente definidos pero todos los detalles no pueden ser completamente establecidos al principio.

- ❖ Es adaptable, algunos de los requerimientos pueden cambiar durante el ciclo de desarrollo.
- ❖ Permite la especialización de los equipos de trabajo.

4.3.3. Desventajas de la Metodología de Desarrollo de Software en Espiral

- ❖ Genera mucho tiempo en el desarrollo del sistema.
- ❖ Modelo costoso.
- ❖ Requiere experiencia en la identificación de riesgos

e. Materiales y Métodos

Para el desarrollo del presente proyecto de tesis, se ha utilizado algunos métodos investigativos, los cuales permitieron cumplir a cabalidad los objetivos previamente establecidos, dichos métodos se detallan a continuación:

1. Métodos

- ❖ **Método Deductivo:** este método permitió partir de una problemática general ya conocida para concluir consecuencias particulares, y con la ayuda de información relevante al problema de investigación se logró proporcionar la mejor alternativa de solución.
- ❖ **Método Analítico:** Este método en particular se utilizó en la elaboración de un estudio y análisis de las necesidades y requerimientos que generaba la falta de un sistema de control de asistencia en la Institución, así como también el efecto positivo que proporcionaría la utilización de tecnología biométrica específicamente reconocimiento facial. De la misma forma también sirvió para realizar las definiciones teóricas que conforman la documentación del proyecto.
- ❖ **Método Científico:** Este método permitió efectuar un estudio sistemático del funcionamiento de los sistemas biométricos de reconocimiento facial, mediante la experimentación planificada a través de la observación sobre la forma de trabajar de dicha tecnología.

2. Técnicas

Por otro lado para la correcta y completa recolección de información de manera inmediata se utilizaron diversas técnicas de investigación, las cuales son:

- ❖ **Entrevista.-** la entrevista permitió obtener datos específicos sobre la información requerida, ya que la conversación directa que se mantuvo con el

presidente de la institución persona encargada del correcto desempeño de la misma, garantizó que toda la intervención fuera asumida como objetiva.

- ❖ **Lectura Comprensiva:** Permitió obtener un conocimiento ordenado y sistemático de los hechos o ideas relacionadas con el proyecto de tesis.

- ❖ **Observación directa:** esta técnica fue aplicada en las diferentes visitas realizadas a la institución, mediante la cual se consiguió distinguir sus diferentes necesidades funcionales y operacionales.

3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE ICONIX

Luego de haber realizado una revisión teórica, la cual se encuentra detallada en el apartado de revisión de literatura y a partir de esto haber logrado encontrar las ventajas y desventajas que cada una de las metodologías de desarrollo de software para el desarrollo ágil poseen, se llegó a la conclusión que la más adecuada en este caso en específico sería la utilización de la metodología denominada ICONIX, la cuál es una metodología que presenta de forma clara las actividades de cada fase y la secuencia que debe ser seguida, permitiendo abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto de software.

Es así que ICONIX se fundamenta en cuatro fases para cubrir todo el ciclo de vida de desarrollo de software los cuales son:

- ❖ Análisis de requerimientos.
- ❖ Análisis y Diseño Preliminar.
- ❖ Diseño Detallado.
- ❖ Implementación.

Para mayor comprensión a continuación se describe una visión general de cada una de las fases planteadas por la metodología ICONIX:

- ❖ **Análisis de requerimientos:** debido a que esta fase es importante en el desarrollo de software, y para obtener los requerimientos correctos se determinó ejecutar las

tareas establecidas en el proceso de ingeniería de requisitos para lo cual se ha desarrollado las siguientes actividades:

- ❖ **Elicitación:** a través de las tareas realizadas como son la entrevista y observación directa se logró obtener las expectativas y necesidades del cliente.
- ❖ **Análisis:** luego de haber realizado el proceso de elicitación de requerimientos se logró transformar los requisitos obtenidos de la entrevista y obtener los requerimientos del sistema.
- ❖ **Especificación:** en esta fase se realizó el documento de especificación de requisitos de software, en cual se llegó a definir de una forma completa, precisa y verificable cada uno de los requerimientos o necesidades que debe satisfacer el sistema a desarrollar.
- ❖ **Validación:** consiste en comprobar que cada uno de los requerimientos obtenidos definen el sistema que se va a construir y que desea el cliente, las tareas que se realizaron en esta fase son:
 - ✓ Modelo de Dominio: aquí se logro identificar los objetos del mundo real que intervienen con nuestro sistema.
 - ✓ Prototipado Rápido: en este paso se creó un prototipo de permitió validar los requerimientos del sistema, de la misma forma permitió explorar soluciones particulares y apoyar el diseño de las interfaces de usuario.
 - ✓ Modelo de Casos de Uso: en el modelo de casos de uso se describió el comportamiento del usuario frente al sistema, para su elaboración se tomo en cuenta los posibles actores, casos de uso y el sistema.
- ❖ **Análisis y Diseño Preliminar:** en esta fase a partir de los casos de usos modelados en la fase anterior se obtuvo una descripción detallada de cada caso de uso en una plantilla establecida de casos de uso, en la misma se describió los casos de uso, como un flujo principal de acciones, pudiendo contener los flujos alternativos y los flujos de excepción. Además permitió identificar los objetos que participan en cada caso de uso. Las tareas a realizarse en esta fase son:
 1. Especificación de casos de uso
 2. Diagrama de robustez

❖ **Diseño:** aquí es donde se especifico el comportamiento del sistema a través de los diagramas de secuencia, los cuales muestran cada uno de los métodos que utilizarán cada una de las clases del sistema, además contendrá todos los cursos normales y alternos que podrá tomar el sistema. Se actualizo el modelo de dominio, añadiendo los detalles del diseño en el diagrama de clases. Las tareas que se ejecutaron en esta fase son:

1. Diagrama de Secuencia
2. Actualizar Modelo Estático

❖ **Implementación:** a partir del diseño logrado en la fase anterior se procedió al desarrollo del software. Así como también se escribió y generó el código necesario. Los procesos a desarrollar son:

1. Escribir / Generar código.
2. Realización de pruebas.

f. Resultados

El avance tecnológico en la actualidad es cada vez mayor y día a día se desarrollan nuevas tecnologías, una de ellas es la biometría, la cual se refiere al uso de características físicas o biológicas que una persona presenta para la identificación y verificación de su identidad, esta tecnología ofrece una ventaja muy relevante la cual es la seguridad la misma que se vuelve muy eficiente pues es necesario que la persona a ser identificada este presente físicamente. Tomando en cuenta estos antecedentes, se pretende desarrollar un sistema de control de asistencias a reuniones mediante el uso tecnología biométrica específicamente reconocimiento facial.

En base a la metodología de desarrollo de software ICONIX, elegida como metodología de desarrollo se procede a ejecutar cada una de las fases y tareas correspondientes para el desarrollo del proyecto de tesis.

1. Elicitación de requerimientos de software

El propósito de la elicitación de requerimientos es obtener conocimientos oportunos y relevantes de la situación actual del problema, es aquí en donde la buena comunicación entre el desarrollador y los posibles usuarios tiene una gran importancia ya que de esto depende el éxito de la construcción y culminación del sistema.

1.1. Descripción del Sistema Actual

Es importante mencionar que la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda (organización en donde se pretende dar una alternativa de solución en lo referente al control de asistencia), es un ente que brinda varios servicios a sus socios de entre los cuales el primordial es el servicio de agua potable, por el cual los usuarios cancelan mensualmente una tarifa básica, cuya actividad de recaudo esta manejada por el Tesorero(a) de la Asociación el cual para realizar esta actividad maneja un sistema computacional de facturación SADCMAN el cual fue desarrollado específicamente para la institución, además cabe recalcar que se maneja un sistema alternativo de facturación TMAX como apoyo para esta actividad.

Actualmente, la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda (organización en donde se pretende dar una alternativa de solución en lo referente al control de asistencia), cuenta con alrededor de 200 socios usuarios, socios no usuarios, personal administrativo que rige el buen funcionamiento de esta y personal operativo, y siendo indispensable para el normal desenvolvimiento de sus actividades la socialización de diferentes temas y objetivos, se realizan semestralmente asambleas generales y sesiones de directorio, en donde se debe contar con la presencia de por lo menos el 50% + 1 de los socios que pertenecen a la organización.

Cabe recalcar que la institución en donde se pretende dar una alternativa de solución en lo referente a la gestión de control de asistencias a reuniones no cuenta con un sistema computarizado para realizar este proceso, por lo que actualmente lo realizan de forma manual mediante listado alfabético, es así que el control de asistencias resulta una tarea complicada, en donde cada socio debe registrar su asistencia mediante su firma, lo cual impide tener un registro exacto y oportuno de los atrasos, inasistencias, permisos, etc., para ello se dará a conocer las necesidades básicas en el ámbito del control de asistencias a reuniones.

Como el propósito de desarrollar un sistema computarizado es para el beneficio de la institución, se ha planteado como primer paso una entrevista con el Presidente, persona encargada del buen funcionamiento de la institución en donde se pretende obtener información relevante de primera mano para de esta forma pretender dar una alternativa de solución a una problemática ya conocida como es el control de asistencia de recursos humanos a reuniones planificadas por la institución.

Para dar inicio a la entrevista se inicio con la formulación de preguntas que con antelación fueron planteadas por parte del desarrollador del sistema, pero antes de esto el Presidente de la Asociación dio una visión general de las funciones, servicios, etc. que esta presta a sus socios, más sin embargo nos centramos en la información que nos es de gran interés como es la forma en las que actualmente se realiza el control de asistencia de los socios a las reuniones de Asamblea General Ordinaria, Extraordinaria y Asambleas de Directorio.

El objetivo que persigue la institución es mantener un registro de las asistencias de cada socio a las reuniones de asamblea general o directorio según sea el caso, es así

que surge la necesidad de crear un sistema computarizado que permita controlar la asistencia de recursos humanos con la finalidad de ahorrar tiempo y recursos.

Por lo que luego de haber ejecutado una de las técnicas de captura de requerimientos la cual fue en este caso la entrevista, se llegó a identificar los posibles requerimientos del sistema, en base a las respuestas de la entrevista planteada.

Es así que en base a la entrevista (Anexo 1), se pudo obtener los siguientes resultados:

TABLA I. DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS PRELIMINARES DEL SISTEMA

N° Req.	Descripción de Requerimientos	Fuente, Entrevista (Anexo 1)
1	El sistema deberá permitir registrar las asistencias de los socios a cada una de las reuniones planificadas, en donde en cada registro se tomará en cuenta su cédula, nombres, apellidos, hora de entrada, la fecha de registro.	Pregunta 6, 8
2	El sistema deberá permitir visualizar reportes de asistencias en forma de informe el mismo que contendrá el número de cédula, hora de entrada, fecha de registro y el valor de multa en caso de tenerla.	Pregunta 8
3	El sistema deberá permitir asignar permisos a reuniones en caso de que estos sean justificados. Los datos requeridos para registrar un permiso serán la fecha en la cual solicita el permiso, la causa de la solicitud de permiso, autorización del permiso.	Pregunta 9
4	El sistema deberá permitir imprimir reportes de asistencias de los socios el mismo que contendrá el número de cédula, hora de entrada y estado de registro y fecha de registro.	Pregunta 8
5	El sistema deberá permitir visualizar reportes de sanciones el mismo que contendrá el número de cédula del socio, estado de registro, el valor de multa en caso de tenerla, fecha de registro.	Pregunta 11
	Los datos personales de los socios que se deberán poder	

6	ingresar son por ejemplo nombres, apellidos, cédula, tipo usuario, género y cargo administrativo que ocupe el socio.	Pregunta 4
7	El sistema deberá permitir modificar algún(os) de los datos personales de los socios que existan en el sistema. Los datos que se podrá modificar serán por ejemplo: nombres, apellidos, tipo socio, cargo que ocupe y género, la cédula no podrá ser editable.	Pregunta 4
8	El sistema deberá permitir consultar la información de socios existentes en la aplicación, mediante sus nombres o apellidos.	Pregunta 14
9	El sistema deberá permitir el ingreso de la información de cada una de las reuniones planificadas dentro de la institución. Los datos necesarios para el registro serán la fecha de la reunión, la hora de inicio, el asunto que se va a tratar y el carácter de la reunión es decir podrá ser general ordinaria, general extraordinaria o de directorio.	Pregunta 6,7
10	La información relevante con la que se podrá crear reuniones es por ejemplo hora de entrada, fecha de reunión, carácter de la reunión que se efectúa ya sean estas de Asamblea General Ordinaria, Asamblea General Extraordinaria o Asamblea de Directorio.	Pregunta 6,7
11	El sistema deberá tener una interfaz grafica amigable al usuario, fácil de manejar y comprender.	Pregunta 13
12	El sistema deberá permitir el control de acceso al sistema, para el o los usuarios finales, es decir que se deberá solicitar un nombre de usuario y un clave para el ingreso seguro a la aplicación.	Pregunta 13
13	Luego de que haya culminado la reunión, el sistema deberá permitir generar un listado de las asistencias de los socios.	Pregunta 8
14	El administrador podrá hacer uso de todas las funciones del sistemas, además podrá crear diferentes roles de usuario de entre los definidos en el sistema como por ejemplo el de administrador o el de secretario pero en caso de requerir la creación de un nuevo rol el sistema solicitará el ingreso de el nuevo rol y la asignación de los permisos correspondientes.	Pregunta 12

15	El sistema deberá fijar el valor de las sanciones ya sea por atraso o por inasistencia en el reporte de sanción de acuerdo a la falta incurrida por el socio.	Pregunta 10
16	El sistema deberá permitir dar de baja a socios en caso de que sea necesario, para dar de baja deberá seleccionar al socio de los existentes en el sistema.	Pregunta 14
17	Los permisos a las diversas reuniones deberán ser justificadas por medio de oficio.	Pregunta 9
18	El sistema deberá permitir el ingreso de nuevos socios al sistema, donde se solicitarán los datos personales como: cédula, nombres, apellidos, tipo de socio, cargo administrativo que desempeña y género.	Pregunta 3, 4
19	El sistema deberá permitir cambiar algún(os) de los datos de las reuniones, cuando por ejemplo se haya errado en el registro de alguno de estas, los datos que se podrán editar serán la fecha de la reunión, la hora de inicio de la reunión, el asunto a tratar y el carácter de la reunión estos datos podrán ser modificados antes de que esta cuente con registro de asistencias.	Pregunta 14
20	La información de una reunión solo se podrá dar de baja antes de que esta tenga vinculado un reporte de asistencias o reporte de sanciones de socios.	Pregunta 14

Luego de haber obtenido un conocimiento más extenso en el dominio del problema, a través del planteamiento de posibles requerimientos se pretende obtener los requerimientos definitivos del sistema.

2. Análisis de Requerimientos

2.1. Matriz de Interacción

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20
R1																				
R2																				
R3																				
R4		S																		

R5																			
R6																			
R7																			
R8																			
R9																			
R10																			
R11																			
R12																			
R13	S																		
R14											S								
R15					S														
R16																			
R17			S																
R18						S													
R19																			
R20																			

Figura 16. Matriz de Interacción

- ❖ Los requisitos R1 y R13 se solapan entre sí debido a que al registrar la asistencia el sistema generará un reporte de asistencia de socios, en cuyo caso el R13 no tendría razón de ser.
- ❖ Los requisitos R2 y R4 se solapan entre sí debido a que una vez que se visualice el reporte de asistencias se podría imprimir dicho reporte, si el administrador los solicita.
- ❖ Los requisitos R3 y R17 se solapan entre sí debido a que para registrar un permiso de socio este debe ser solicitado con anterioridad.
- ❖ Los requisitos R5 y R15 se solapan entre sí debido a que al momento de visualizar un reporte de sanción el valor de dicha sanción es fijado por el sistema al momento de terminar el registro de asistencia.
- ❖ Los requisitos R6 y R18 se solapan entre sí debido a que mencionan la creación de un nuevo socio.

- ❖ Los requisitos R12 y R14 se solapan entre sí debido a que el uso del sistema solo lo podrá realizar la persona autorizada para esta acción, para lo cual se realizará un control de acceso.
- ❖ El requisito R11 se lo considera como un requisito no funcional.

2.2. Especificación de Requisitos de Software

Luego de haber capturado los requerimientos en la Elicitación de Requerimientos de Software, el siguiente paso a realizar es la Especificación de Requisitos de Software.

2.2.1. Introducción

En este apartado se describe detalladamente los requisitos de software en general que debe cumplir el sistema de reconocimiento facial, el cual va a ser utilizado para el control de asistencias a reuniones de recursos humanos. El sistema a desarrollar debe contener funcionalidades requeridas y de fácil uso.

2.2.1.1. Propósito

El propósito del presente apartado es presentar la especificación de requisitos de software del sistema control de asistencias, debido a que los requerimientos son atributos de vital importancia y sobre todo son la base en la elaboración de un software, así mismo se pretende su posterior presentación, discusión y aceptación por parte de los usuarios de dicho sistema. Es así también que se describen los requerimientos funcionales, no funcionales, restricciones y atributos de calidad que deberá cumplir el sistema.

2.2.1.2. Alcance

El sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos, es un sistema que está dirigido a la automatización del control de asistencias a reuniones de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda. Básicamente, en el manejo del sistema estará involucrado el secretario de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, además administrador del sistema.

En particular, el sistema de reconocimiento facial permitirá registrar la asistencia mediante reconocimiento facial del personal administrativo de la asociación y de los diferentes tipos de socios (socios usuario y socios no usuarios) a las reuniones planificadas por la institución, el mismo que permitirá:

TABLA II. ALCANCE

TIPO DE USUARIO	FUNCIONALIDAD
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de usuario(s) ✓ Modificación de usuario(s) ✓ Creación de socio(s) ✓ Modificación de socio (s) ✓ Dar baja socio (s)
Secretario	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de reunión ✓ Modificación de reunión ✓ Dar baja reunión ✓ Registro de permiso ✓ Entrenamiento del sistema ✓ Registro de asistencias ✓ Visualizar reporte de asistencias ✓ Visualizar reporte de sanción

2.2.1.3. Personal involucrado

TABLA III. PERSONAL INVOLUCRADO “DESARROLLADOR”

Nombre	Tatiana Maricela Ortiz Pesantes
Rol	Desarrollador
Categoría profesional	Egresada en Ingeniería en Sistemas
Responsabilidades	Desarrollar la aplicación, utilizando la metodología de desarrollo de software que contemple todo el ciclo de vida de un proyecto.
Información de contacto	tita_s86@hotmail.com
Aprobación	Aprobada

TABLA IV. PERSONAL INVOLUCRADO “CLIENTE”

Nombre	Vinicio Suquilanda
Rol	Cliente
Categoría profesional	Presidente de la ADCMAN
Responsabilidades	Evaluar las actividades desarrolladas por cada una de las Comisiones Especiales que constituyen la Asociación.
Información de contacto	Oficinas de la Asociación
Aprobación	Aprobado

TABLA V. PERSONAL INVOLUCRADO “CLIENTE”

Nombre	Marco Alvarado
Rol	Cliente
Categoría profesional	Secretario de la ADCMAN
Responsabilidades	Organizar los registros y documentos de la operación, administración y mantenimiento realizadas por la ADCMAN.
Información de contacto	Oficinas de la Asociación
Aprobación	Aprobado

TABLA VI. PERSONAL INVOLUCRADO “SUPERVISOR DEL PROYECTO”

Nombre	Waldemar Espinoza
Rol	Supervisor del Proyecto
Categoría profesional	Director de Tesis
Responsabilidades	Supervisar, revisar y corregir el desarrollo de las actividades efectuadas en el desarrollo del proyecto.
Información de contacto	wvespinoza@unl.edu.ec
Aprobación	Aprobado

2.2.1.4. Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- ❖ IDE: (Entorno Integrado de Desarrollo). Aplicación compuesta por un conjunto de herramientas útiles para un programador [1].

- ❖ SRS: Software Requirements Specification. Es la especificación de las funciones que realiza un determinado producto de software, programa o conjunto de programas en un determinado entorno [2].
- ❖ Desarrollador: encargado de definir como se realizará el ciclo de vida del proyecto para la obtención de un producto de calidad.
- ❖ Usuario: será la persona encargada de definir los requerimientos necesarios desde el inicio del proyecto Es el actor que interactúa con el sistema.
- ❖ ADCMAN: Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente “Namanda”.

2.2.1.5. Referencias

[1] Definición de IDE: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/ide.php>

[2] Definición de SRS: http://www.navegapolis.net/files/cis/CIS_1_05.pdf

[3] IEEE-STD-830-1998: Especificaciones de los Requisitos de Software.

[4] Reglamento Especial de Administración, Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable de Namanda.

2.2.1.6. Resumen

En el presente apartado de Especificación de Requisitos de Software (SRS) se describen los requerimientos funcionales que detallan el comportamiento esperado de la aplicación. Es así que el mismo debería ser usado para un correcto desarrollo, pruebas, aseguramiento de la calidad y funcionalidades del proyecto.

Además es importante recalcar que el apartado contiene también los requerimientos no funcionales los mismos que ayudarán al cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto. También se podrá identificar funcionalidades importantes para el usuario y en este caso el desarrollador; como también otros requerimientos no funcionales que describen interfaces externas entre el sistema y el mundo externo.

2.2.2. Descripción general

2.2.2.1. Perspectiva del producto

En primer lugar el sistema de control de asistencia deberá funcionar en cualquier computador que soporte SO Windows, y en segundo lugar el sistema permitirá

aumentar la eficiencia y disminuir el tiempo en el control de asistencia de recursos humanos mediante reconocimiento facial. Además al ser una aplicación completamente nueva no tendrá ninguna clase de dependencia con otro sistema externo, ni con otro producto.

2.2.2.2. Funcionalidad del producto

Entre las diferentes funciones que el sistema debe realizar se enuncian las siguientes:

❖ Administrar Usuarios

- ✓ Creación de usuarios del sistema.
- ✓ Modificación de datos de usuarios del sistema.

❖ Administrar Socios.

- ✓ Creación de socios (socios usuarios, socios no usuarios, administrativos, operario), pudiendo entre otras funcionalidades, cancelar y verificar el estado de creación del socio.
- ✓ Modificación de datos personales de socios.
- ✓ Baja de información de socios.
- ✓ Registro de permisos a socios que lo hayan solicitado con anterioridad.

❖ Administrar Reuniones

- ✓ Creación de reuniones de Asamblea General Ordinaria, Extraordinaria o de Directorio, pudiendo entre otras funcionalidades, cancelar, verificar el estado de creación de reunión.
- ✓ Modificación de la información de reuniones.
- ✓ Baja de la información de reuniones.

❖ Administrar Asistencias

- ✓ Entrenamiento del sistema con cada uno de los socios existentes en el sistema.
- ✓ Detectar e identificar a la persona que se encuentre frente a la cámara web del equipo donde se esté ejecutado la aplicación.
- ✓ Visualizar reportes de asistencias a reuniones registradas por los socios.
- ✓ Visualizar reportes de sanción de socios.

2.2.2.3. Características de los usuarios

El uso del sistema estará destinado para verificar las asistencias de socios (socios, socios no usuarios, administrativos, operativo) a las diferentes asambleas que se realizan cada determinado tiempo según estatutos establecidos de la Asociación de Desarrollo Comunitario, el sistema será utilizado por aquellas personas encargadas de verificar la asistencia de estos. Además deberá existir un usuario administrador el cual deberá de introducir los datos requeridos de los socios por una única vez para por medio de estos verificar su asistencia. Dado que la aplicación será desarrollada utilizando una interfaz gráfica para facilidad del usuario, será conveniente que el usuario administrador tenga conocimientos básicos de Windows a nivel de usuario. A continuación, se define una estructura que contendrá las características básicas que debe poseer el usuario para el buen y satisfactorio uso de la aplicación:

TABLA VII. CARACTERÍSTICAS DEL ADMINITRADOR Y SECRETARIO

Tipo de usuario	Secretario- Administrador
Formación	Bachiller
Habilidades	Conocimientos básicos de computación.
Actividades	Control y manejo del sistema de control de asistencia.

2.2.2.4. Restricciones

Para el desarrollo de la aplicación se ha decidido utilizar una metodología de desarrollo de software que permita abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto. Además se empleará Programación Orientada a Objetos, específicamente con el lenguaje Java. Al ser una aplicación destinada al control de asistencia mediante reconocimiento facial será necesario un hardware que permita esta tarea. Las características del hardware en los equipos donde se instalará el sistema, serán siempre las mismas. Es así también que las diferentes funcionalidades deberán tener un diseño e implementación sencillos, independientes de la plataforma o el lenguaje de programación.

Además dado que el sistema utilizará políticas vigentes de la asociación, es de esperar que cambios futuros en las políticas, ejerzan un impacto sobre el sistema.

2.2.2.5. Suposiciones y dependencias

Es necesario recalcar que los diferentes requisitos y demás especificaciones descritas en este apartado son estables una vez que sean revisadas y aprobadas. Además se asume que el sistema operativo necesario para el funcionamiento del sistema estará disponible en el o los equipos donde se instalará el sistema.

2.2.2.6. Evolución previsible del sistema

En el presente proyecto, se podrá realizar mejoras en un futuro en caso de que sea necesario o en caso de que se desee aumentar o mejorar las funcionalidades del sistema, realizando previamente un análisis de la tecnología y herramientas utilizadas en el sistema actual.

2.2.3. Requisitos específicos

2.2.3.1. Requisitos de interfaces externas

Los requisitos de interfaces externas detallan las interfaces que permiten ayudan al funcionamiento del sistema, las cuales se especifican a continuación:

2.2.3.1.1. Interfaces de usuario

En la especificación de interfaces de usuario se detallará como el usuario se comunicará con el sistema mediante diferentes interfaces; en donde el usuario indicará al sistema las operaciones que desea para luego introducir los datos que el sistema le solicite.

Es así también que para el manejo fácil de la aplicación la interfaz de usuario deberá ser gráfica orientada a ventanas, las mismas que incluirán botones, mensajes informativos, mensajes de error, formularios de ingreso de datos, consultas, entre otros. El estilo de la interfaz será diseñado por el desarrollador tomando en cuenta ciertas características de la asociación, ya que la persona encargada de la administración de esta manifestó que no existían requisitos en cuanto a diseño de interfaz de la aplicación.

2.2.3.1.2. Interfaces de hardware

Debido a que el sistema que se planea desarrollar no deberá necesariamente estar conectado con otros computadores no será necesario tener en cuenta la forma en que los componentes de software (aplicación) se comunicaran con los componentes de hardware de los otros dispositivos.

Por el contrario las características del sistema a nivel de hardware que se deben tener en cuenta para el desarrollo, se enfocan en cómo se va a llevar a cabo la comunicación entre el sistema y los diferentes usuarios, para lo cual se utilizará:

- ❖ **Cámara Web:** Dispositivo utilizado para capturar imágenes en imagen digital o en tiempo real.
- ❖ **Mouse:** Dispositivo que será utilizado para la interacción de las diferentes interfaces y captura de datos en el sistema, por parte del usuario
- ❖ **Teclado:** Dispositivo que será utilizado para el ingreso de caracteres numéricos y alfanuméricos por parte del usuario, para la formación de la información de usuarios.
- ❖ **Monitor:** Dispositivo que será utilizado para la visualización de la interfaz gráfica del sistema por parte del usuario.

2.2.3.1.3. Interfaces de software

Aunque el desarrollo de la aplicación será realizado en el SO Windows, no debería existir ninguna clase de problema con otras versiones, siempre y cuando cada uno de estas cuente con una maquina virtual de java (JVM). Además es necesario recalcar que se utilizará un librerías que permitan la visión por computador en especifico OpenCV por lo que es necesario que esta se encuentre debidamente instalada y configurada en el/los equipo que se vaya utilizar.

A parte del software mencionado no se utilizará ningún otro debido a que la aplicación no necesitará de la conexión con otro software para su normal funcionamiento.

2.2.3.1.4. Interfaces de comunicación

La comunicación del software con la base de datos será de tipo cliente-servidor, es decir el cliente (software) se ejecuta en un terminal, el cual solicita y recibe un servicio del servidor (base de datos) en este caso ubicado en la misma terminal.

2.2.3.2. Requisitos funcionales

Dentro de los requisitos específicos se puede definir los requisitos funcionales y los requisitos no funcionales: Entre los requisitos funcionales se puede definir los siguientes:

2.2.3.2.1. Requisito funcional 1 “Administrar Usuario” (RF-001)

- ❖ El sistema permitirá al administrador, secretario y demás usuarios que estén creados en el sistema el acceso a este, para la utilización y ejecución de las diferentes funcionalidades.
- ❖ El sistema permitirá al administrador crear diferentes usuarios del sistema.
- ❖ El sistema permitirá al administrador modificar la información de registro de usuarios.

2.2.3.2.2. Requisito funcional 2 “Administrar Socio” (RF-002)

- ❖ El sistema permitirá al administrador crear un nuevo socio en base a su información personal (nombres, apellidos, cédula, género, cargo, tipo, etc.)
- ❖ El sistema permitirá al secretario modificar la información de socios en caso de ser necesario.
- ❖ El sistema permitirá al administrador dar de baja la información personal de socios.

2.2.3.2.3. Requisito funcional 3 “Administrar Reunión” (RF-003)

- ❖ El sistema permitirá al secretario crear reuniones, para lo cual debe tener conocimiento de la fecha, hora de reunión, asunto a tratar y carácter de la reunión.
- ❖ El sistema permitirá al secretario modificar la información de reuniones, en caso de ser necesario.

- ❖ El sistema permitirá al secretario dar de baja reuniones en las que exista inconsistencia, es necesario recalcar que la baja solo se podrá realizar antes de que en esta se hayan registrado asistencias.

2.2.3.2.4. Requisito funcional 4 “Registro de Permiso” (RF-004)

- ❖ El sistema permitirá registrar permisos de socios a reuniones en caso de que lo hayan solicitado con anterioridad mediante oficio.

Para fijar el valor de cada una de las sanciones que serán asignadas a los socios que hayan incurrido en faltas a reuniones convocadas se anexa un extracto del Reglamento Especial de de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable de Namanda (Anexo 2).

2.2.3.2.5. Requisito funcional 5 “Entrenamiento del Sistema” (RF-005)

- ❖ El sistema permitirá al secretario entrenar al sistema con información de los socios existentes en el sistema.

2.2.3.2.6. Requisito funcional 6 “Registro de Asistencia” (RF-006)

- ❖ El sistema permitirá registrar la asistencia de cada uno de los diferentes socios que asistan a reuniones previamente creadas en el sistema.
- ❖ El sistema permitirá la detección del rostro de la persona que se encuentra delante de la cámara para su posterior identificación en base a los datos que se guardaron en proceso de entrenamiento de cada uno de estos. Si el proceso de reconocimiento facial se ha realizado con éxito el usuario será registrado correctamente.

2.2.3.2.7. Requisito funcional 7 “Visualizar Reporte de Asistencias” (RF-007)

- ❖ El sistema permitirá al secretario visualizar el reporte de asistencias de los socios que asistieron a reuniones previamente registradas en el sistema.

2.2.3.2.8. Requisito funcional 8 “Visualizar Reporte de Sanción” (RF-008)

- ❖ El sistema permitirá al secretario visualizar el reporte de sanciones de los socios que insistieron o registran atraso a reuniones previamente registradas en el sistema.

2.2.3.3. Requisitos no funcionales

Este tipo de requisitos se caracterizan por reflejar el comportamiento del sistema en el momento de la ejecución, estructura y organización del programa fuente y su respectiva documentación.

2.2.3.3.1. Requisitos de Seguridad

En cuanto a seguridad del sistema, el administrador será el encargado de garantizar la seguridad de los datos utilizados por ésta, debido a que se utilizarán claves de acceso al sistema.

2.2.3.3.2. Funcionalidad

El sistema deberá ejecutar las funcionalidades con las que se lo desarrolló y se deberá garantizar su funcionamiento durante todo el período de su ejecución.

2.2.3.3.3. Disponibilidad

Los datos utilizados para el control de asistencia mediante reconocimiento facial, tales como datos de socios, reunión, etc. deberán estar disponibles como mínimo al menos durante la ejecución de la aplicación.

2.2.3.3.4. Portabilidad

El sistema deberá ser portable, para que pueda ser instalado en diferentes equipos de la misma empresa con facilidad, de ser el caso.

2.2.3.3.5. Entorno de Explotación

La ejecución de la aplicación se la realizará sobre tecnología existente en la institución, la misma que debe contar con una configuración mínima:

- ❖ Procesador Intel, Dual Core de 2.0 GHz.
- ❖ Memoria RAM 512 MB o superior.
- ❖ Disco Duro mínimo 50 GB o superior.
- ❖ WebCam.

2.3. Modelo de Dominio

En el modelo de dominio se representará cada una de las clases conceptuales del dominio del problema.

2.3.1. Glosario de Términos

A continuación se describen cada una de las clases conceptuales identificadas en el modelo de dominio:

TABLA VIII. CLASES CONCEPTUALES DEL MODELO DOMINIO

TÉRMINO	SIGNIFICADO
Administrador	Persona encargada del funcionamiento del sistema.
Asistencias	Estado de registro generada por un socio, al momento de asistir a una reunión.
Constantes	Valor fijo en el funcionamiento del sistema.
CuentaIngreso	Identificación que permite acceder al sistema. Las cuentas pueden ser de dos tipos: Administrador y Secretario, pudiendo en caso de ser necesario poder crear otro tipo de cuenta.
Entrenamiento	Información del socio, generada durante el proceso de entrenamiento, utilizada posteriormente en la identificación.
Imágenes	Imágenes del socio obtenidas desde una cámara web.

Multa	Sanción económicas que se impone a los socios que han incumplido el llamando a una reunión.
Permiso	Solicitud de justificación solicitada por un socio a una reunión determinada.
ReporteAsistencias	Informe que muestra los registros de asistencias generadas al culminar una reunión.
ReporteMultas	Informe que muestra los atrasos e inasistencias de socios que no han registrado asistencias a tiempo oportuno o que no han registrado asistencias.
Reunión	Información de una agrupación de varias personas en un momento y espacio determinado.
Socio	Persona que recibe los beneficios y cumple con las obligaciones de la Asociación

2.3.2. Obtención del Modelo de Dominio

El modelo de dominio, es donde en forma de modelo conceptual se identifican los conceptos que conforman el problema y las dependencias entre éstos. A continuación se detallan cada uno de ellos:

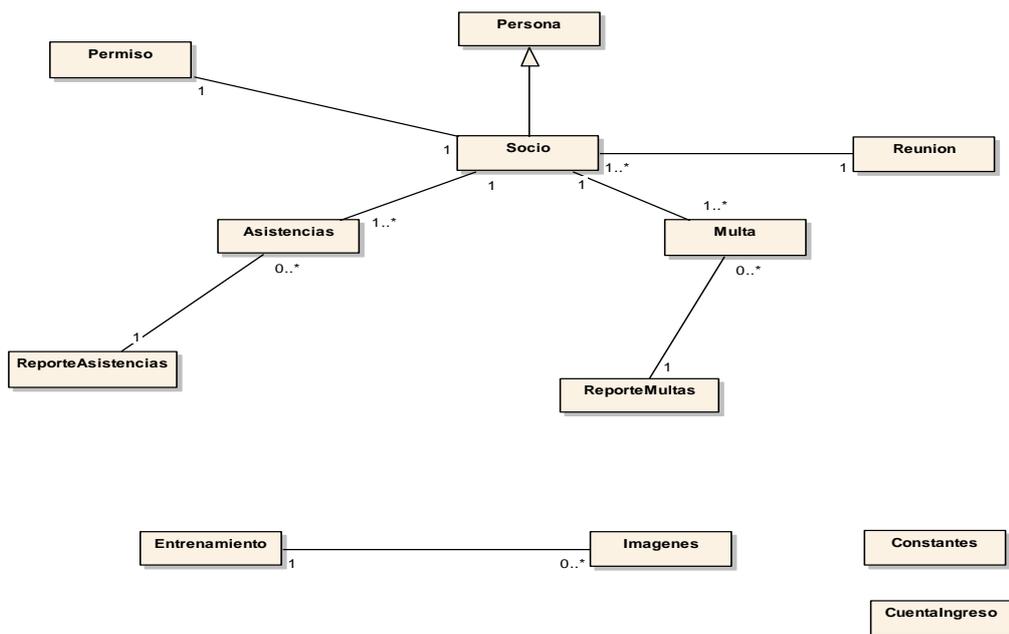


Figura 17. Modelo de Dominio del Sistema SISRECFAC

2.3.3. Descripción de las clases del Modelo de Dominio

A continuación se detallan cada una de las clases que conforman el Modelo de Dominio:

- ❖ **Asistencias:** clase que representa los registros de asistencias a reuniones generados por los socios asistentes.
- ❖ **Constantes:** clase que representa los valores fijos en el sistema.
- ❖ **CuentaIngreso:** clase que representa las distintas cuentas de acceso al sistema.
- ❖ **Entrenamiento:** clase que representa los datos de socios entrenados en el sistema.
- ❖ **Imágenes:** clase que representa las imágenes obtenidas mediante cámara web.
- ❖ **Multa:** clase que representa una sanción económica impuesta por una infracción.
- ❖ **Permiso:** clase que representa el permiso a una reunión, solicitado por un socio.
- ❖ **Persona:** clase que representa una entidad.
- ❖ **ReporteAsistencias:** clase que representa un informe de asistencias.
- ❖ **ReporteMultas:** clase que representa un informe de sanciones.
- ❖ **Reunión:** clase que representa información de una reunión.
- ❖ **Socio:** clase que representa un socio que hace uso de los servicios de la Asociación.

2.4. Identificación de Casos de Uso

2.4.1. Objetivos del sistema

Para que el sistema de control de asistencia de recursos humanos mediante reconocimiento facial, cumpla con las funcionalidades que desea el usuario se plantea algunos objetivos que permitirán el cumplimiento de dichas funcionalidades.

TABLA IX. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR USUARIOS”

OBJ-01	Gestionar Usuarios
Descripción	El sistema permitirá gestionar los usuarios del sistema, como por ejemplo acceso al sistema, creación y modificación de usuarios.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

TABLA X. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR SOCIOS”

OBJ-02	Gestionar Socios
Descripción	El sistema permitirá gestionar los socios de la institución, como por ejemplo creación, modificación y baja de socios.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Ninguno

TABLA XI. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR REUNIONES”

OBJ-03	Gestionar Reuniones
Descripción	El sistema permitirá gestionar las reuniones que se lleven a cabo en la institución, como por ejemplo creación, modificación y baja de socios.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Se podrá dar de baja a una reunión, mientras esta no posea un registro de asistencias de socios.

TABLA XII. OBJETIVOS DEL SISTEMA “GESTIONAR ASISTENCIAS”

OBJ-04	Gestionar asistencias
Descripción	El sistema permitirá verificar la asistencia de los socios a las diferentes reuniones que se hayan planificado en la institución, mediante reconocimiento facial.
Estabilidad	Alta
Comentarios	Las sanciones que se fijaran tendrán un valor establecido por el Reglamento Especial de la Comisión de Gestión Comunitaria, Capacitación y Bienestar Social.

2.5. Requisitos de almacenamiento de información

Es aquí en donde se define la información que gestiona el sistema, es decir la información necesaria para identificar los requisitos de almacenamiento y de restricciones de información.

TABLA XIII. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE USUARIOS”

RI-01	Información sobre usuarios
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-01 Gestionar usuarios
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RF-001 Administrar Usuario
Descripción	El sistema deberá almacenar la información de cada uno de los usuarios que se deseen crear y modificar en el sistema.
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de usuario • Contraseña • Rol • Permisos
Intervalo temporal	solo presente
Estabilidad	alta
Comentarios	ninguno

TABLA XIV. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE SOCIOS”

RI-02	Información sobre socios
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-02 Gestionar socios.
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RF-002 Administrar Socio
Descripción	El sistema deberá almacenar la información de cada uno de los socios de la ADCMAN que se deseen registrar, además se podrá modificar y dar de baja a los mismos.
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Nombres y apellidos • Cédula • Género • Tipo de socio • Cargo
Intervalo temporal	solo presente
Estabilidad	alta
Comentarios	ninguno

TABLA XV. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE REUNIONES”

RI-03	Información sobre reuniones
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-03 Gestionar reuniones.
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RF-003 Administrar reunión • RF-004 Registro de permiso
Descripción	El sistema deberá almacenar la información de cada una de las reuniones que la ADCMAN planifique, también se podrá modificar y dar de baja, además deberá almacenar la información de permisos registrados, en específico los siguientes datos:
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de reunión • Hora de inicio de reunión • Asunto a tratar • Carácter de la reunión • Fecha de permiso • Responsable de autorización • Motivo de permiso
Intervalo temporal	solo presente
Estabilidad	alta
Comentarios	ninguno

TABLA XVI. REQUISITO DE ALMACENAMIENTO INFORMACIÓN, “INFORMACIÓN SOBRE ASISTENCIAS”

RI-04	Información sobre asistencias.
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-04 Gestionar asistencias.
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RF-005 Entrenamiento del sistema. • RF-006 Registro de asistencias. • RF-007 Visualizar reporte de asistencias. • RF-008 Visualizar reporte sanción.
Descripción	El sistema deberá almacenar la información del registro de asistencias de cada uno de los socios, estos datos son:
Datos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cédula • Nombres y apellidos

	<ul style="list-style-type: none"> • Hora de entrada • Estado de registro • Fecha de registro • Valor multa
Intervalo temporal	solo presente
Estabilidad	alta
Comentarios	Las multas serán sumadas a las cuentas por cobrar de los socios sancionados.

2.6. Definición de Actores

En la dedición de actores se determina cuales serán los posibles usuarios que interactuarán con el sistema, por lo que a continuación se detallan las características que deben poseer de cada uno de ellos:

TABLA XVII. DEFINICIÓN DE ACTOR “ADMINISTRADOR DEL SISTEMA”

ACT-01	Administrador del Sistema
Descripción	Es la persona encargada de administrar los diferentes procesos del sistema de control de asistencia mediante reconocimiento facial.
Comentarios	ninguno

TABLA XVIII. DEFINICIÓN DE ACTOR “SOCIO”

ACT-02	Socio
Descripción	Es la entidad que representa a los socios usuarios, socios no usuarios, personal administrativo y operativo de la institución.
Comentarios	ninguno

TABLA XIX. DEFINICIÓN DE ACTOR “SECRETARIO”

ACT-03	Secretario
Descripción	Es la persona encargada de administrar el registro de asistencia y los otros procesos que esta actividad implica.
Comentarios	ninguno

2.7. Diagrama de Casos de Uso

El diagrama de casos de uso del sistema nos mostrará el punto de partida para posteriormente desarrollar el software. Además nos permitirá definir los límites del sistema y la relación del sistema con el usuario final.

2.7.1. Casos de Uso

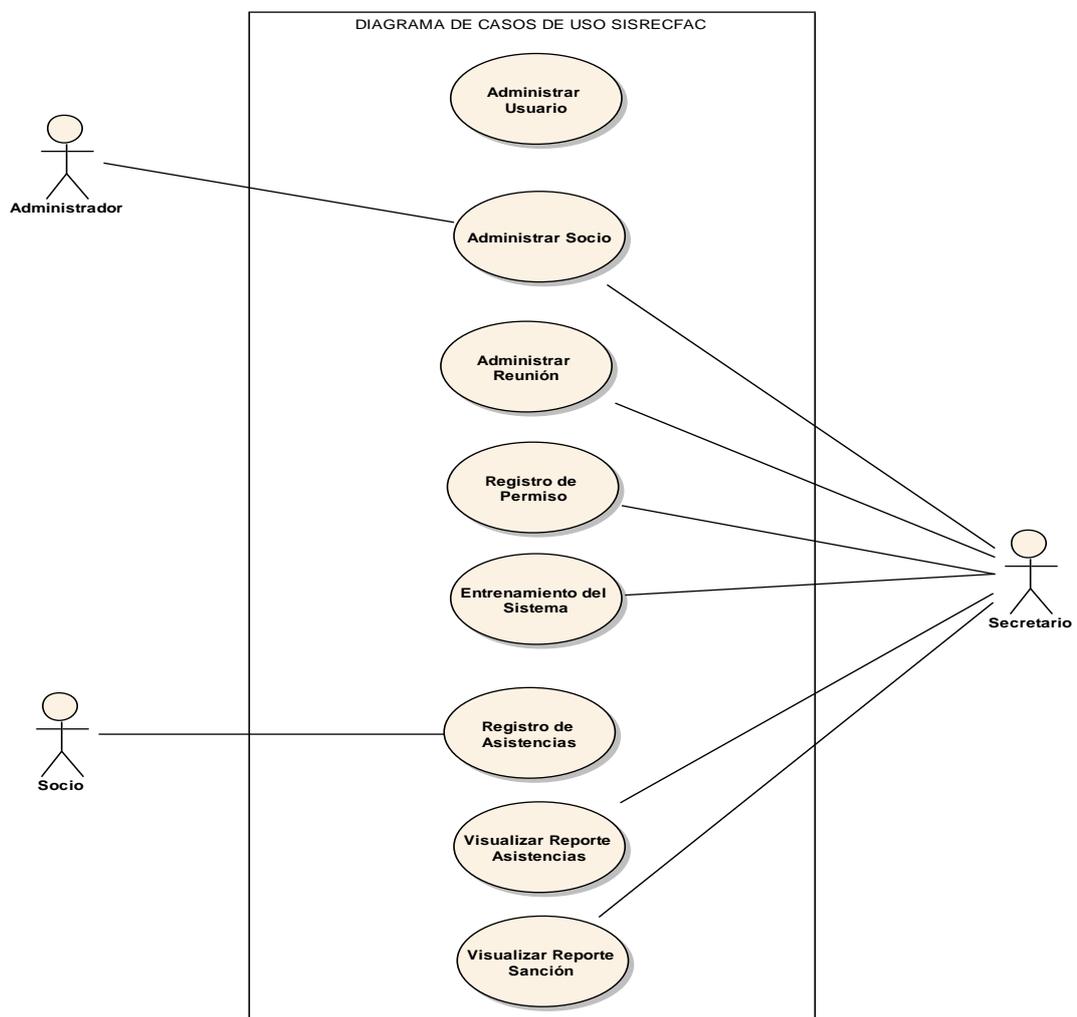


Figura 18. Diagrama de Casos de Uso

2.8. Especificación de Casos de Uso y Prototipo de Pantallas

La especificación de casos de uso servirá para describir la secuencia normal de eventos y los casos de excepción generados.

2.8.1 Administrar Usuarios

2.8.1.1. Acceso al Sistema

TABLA XX. PANTALLA ACCESO AL SISTEMA

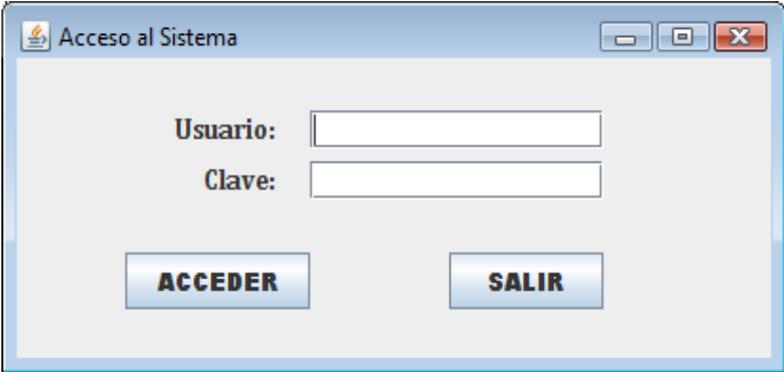
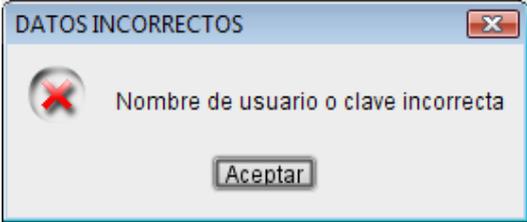
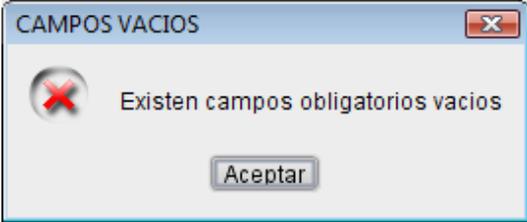
Nombre Pantalla: ACCESO AL SISTEMA	
Referencia de Requerimientos: RF-001	
Caso de Uso: CU001	
	
	

TABLA XXI. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”

RF-001	Administrar Usuario(Acceso al Sistema)	Código: CU001
Objetivos asociados	-----	
Requisitos asociados	ninguno	
Descripción	El sistema permitirá autenticarse al administrador u otros usuarios cuando estos soliciten su ingreso.	
Precondición	Contar con un nombre de usuario y contraseña respectiva.	
	Paso	Acción
	1.	El usuario ingresa los campos Usuario y Clave.

Secuencia normal	2.	El usuario elige el botón Acceder.
	3.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.
	4.	El sistema verifica que el usuario ingresado exista, además verifica que el usuario y la clave sean correctos.
	5.	El sistema cierra la pantalla Acceso al Sistema.
	6.	El sistema inicia sesión del usuario autenticado y muestra la pantalla Principal.
	7.	El sistema habilita las opciones propias del rol con el que haya ingresado.
	8.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	El usuario ha ingresado correctamente al sistema.	
Excepciones	Paso	Acción
	3.	En caso de que existan campos vacíos, el sistema muestra un mensaje de error "Existen campos obligatorios vacíos", el caso de uso continúa en el paso 2 de la secuencia normal de eventos.
	4.	Si los datos ingresados por el usuario no son correctos, el sistema muestra un mensaje de error "Nombre de usuario o clave incorrecta", el caso de uso continúa en el paso 2 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	3.	2 segundos
	4.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.1.2. Creación de Usuario

TABLA XXII. PANTALLAS CREAR USUARIO, PERMISOS USUARIO

Nombre Pantalla: Crear Usuario, Permisos Usuario

Referencia de Requerimientos: RF-001

Caso de Uso: CU001

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA

Administrar Usuarios | Administar Socios | Administrar Reservas | Administrar Asistencias | Salir | Ayuda

Administrar Usuarios
 Crear Usuarios
 Administar Socios
 Administrar Reservas
 Administrar Asistencias

Crear Usuario

**ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO
 Y MEDIO AMBIENTE NAMANDA**

Este Usuario

Nombre Usuario:

Contraseña:

Confirma Contraseña:

Tipo Usuario: Administrador

Rol de Usuario:

Nuevo | Guardar | Modificar | Cambiar Permisos | Eliminar Permisos

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA

Administrar Usuarios | Administar Socios | Administrar Reservas | Administrar Asistencias | Salir | Ayuda

Administrar Usuarios
 Crear Usuarios
 Administar Socios
 Administrar Reservas
 Administrar Asistencias

Permisos Usuario

Nombre Usuario:

Permisos

Crear Socio	<input type="checkbox"/>	Crear Usuario	<input type="checkbox"/>
Crear Usuario	<input type="checkbox"/>	Modificar Usuario	<input type="checkbox"/>
Modificar Socio	<input type="checkbox"/>	Dar Baja Usuario	<input type="checkbox"/>
Dar Baja Socio	<input type="checkbox"/>	Eliminar Sistema Control Asistencia	<input type="checkbox"/>
Asignar Permisos Socio	<input type="checkbox"/>	Registrar Asistencias	<input type="checkbox"/>

Permisos

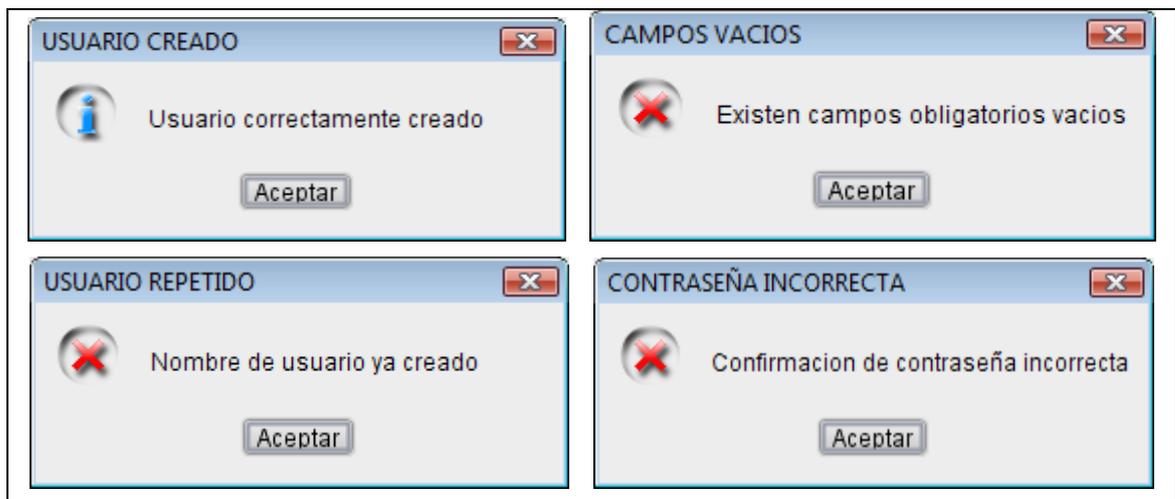


TABLA XXIII. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”

RF-001	Administrar Usuario(Creación de Usuario)	Código: CU001
Objetivos asociados	• OBJ-01 Gestionar usuarios	
Requisitos asociados	• RI-01 Información sobre usuarios	
Descripción	El sistema permitirá crear diferentes usuarios, además en caso de ser necesario se podrá modificar la información de este.	
Precondición	Haber ingresado correctamente al sistema como administrador.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El administrador elige la opción Administrar Usuarios, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El sistema muestra la pantalla Crear Usuario .
	3.	El administrador ingresa el nombre de usuario, contraseña y confirmación de contraseña, además solicita seleccionar el tipo de rol del nuevo usuario.
	4.	El administrador selecciona el botón Guardar .
	5.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacios.
6.	El sistema verifica que los campos contraseña y confirmar contraseña coincidan.	

	7.	El sistema verifica que la cuenta de usuario no exista.
	8.	El sistema guarda la información del nuevo usuario.
	9.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	La cuenta de usuario se ha creado correctamente.	
Excepciones	Paso	Acción
	5.	En caso de que el usuario haya dejado algún campo vacío, el sistema mostrará un mensaje de error "Existen campos obligatorios vacíos", el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal.
	6.	En caso de que la contraseña y la confirmación de contraseña ingresadas no coincidan el sistema muestra un mensaje de error "Confirmación de contraseña incorrecta", el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
	7.	En caso de que el nombre de usuario ingresado ya exista, el sistema muestra un mensaje de error "Nombre de usuario ya creado", el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	5.	3 segundos
	6.	3 segundos
	7.	2. segundos
Frecuencia esperada	incierta	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	En caso de que el rol del nuevo usuario sea otro, se deberá asignar los permisos al nuevo usuario seleccionando el botón Asignar Permisos.	

2.8.1.3. Modificación de Usuario

TABLA XXIV. PANTALLA CREAR USUARIO

Nombre Pantalla: Crear Usuario, Permisos Usuario

Referencia de Requerimientos: RF-001

Caso de Uso: CU001

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA

Administrar Usuarios Administrar Socios Administrar Reservas Administrar Asistencias Salir Ayuda

Administrar Usuarios

Crear Usuarios

Administrar Socios

Administrar Reservas

Administrar Asistencias

Crear Usuario

**ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO
Y MEDIO AMBIENTE NAMANDA**

Este Usuario

Nombre Usuario:

Contraseña:

Confirma Contraseña:

Tipo Usuario: Administrador

Rol de Usuario:

Nuevo Guardar Modificar Cambiar Permisos Asignar Permisos

SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA

Administrar Usuarios Administrar Socios Administrar Reservas Administrar Asistencias Salir Ayuda

Administrar Usuarios

Crear Usuarios

Administrar Socios

Administrar Reservas

Administrar Asistencias

Modificar Usuario

Texto Búsqueda: Buscar

Este Usuario

Nombre Usuario:

Contraseña:

Confirma Contraseña:

Tipo Usuario: Administrador

Rol de Usuario:

Modificar Aceptar

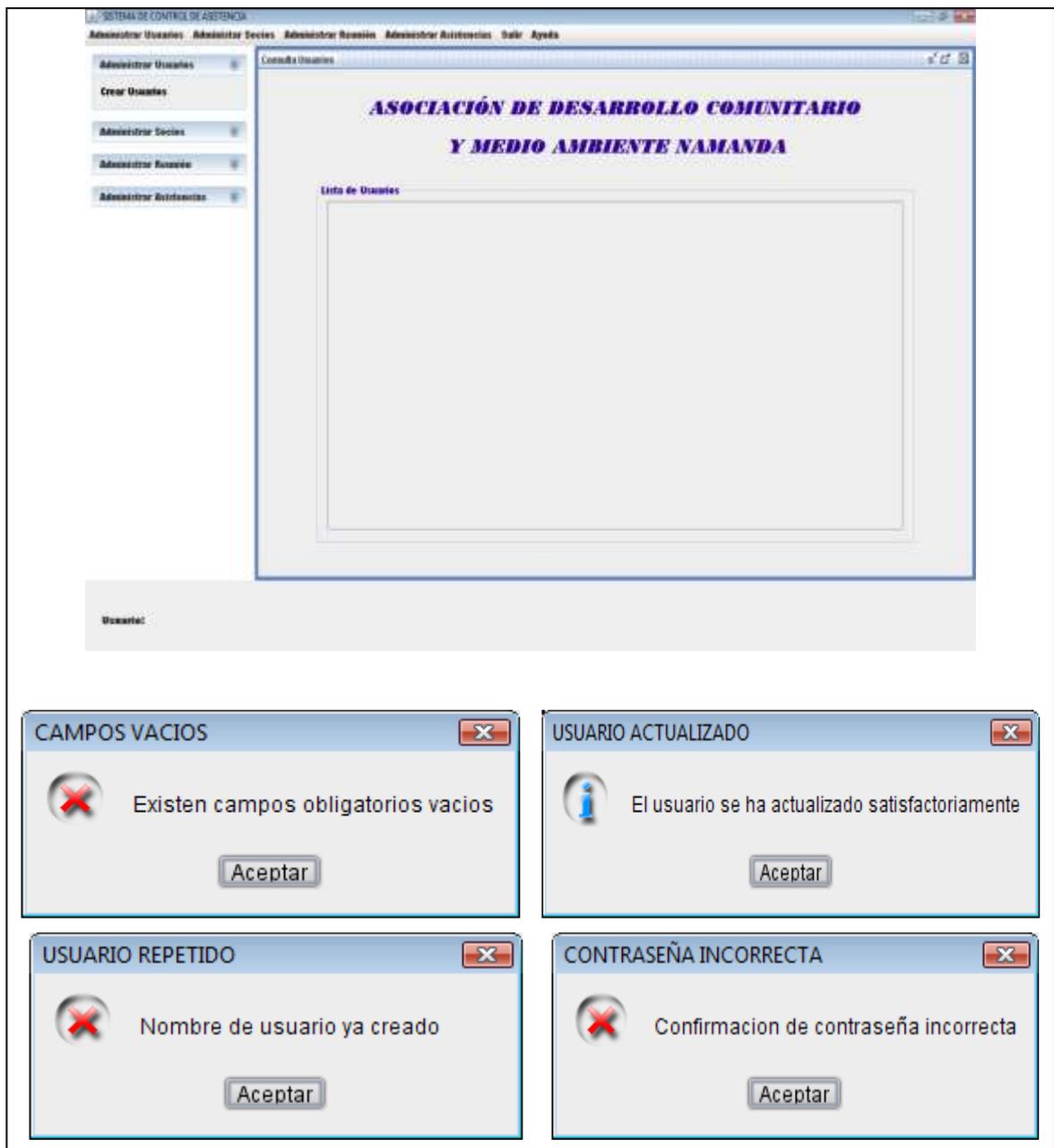


TABLA XXV. CASO DE USO “ADMINISTRAR USUARIO”

RF-001	Administrar Usuario (Modificación de Usuario)	Código: CU001
Objetivos asociados	• OBJ-01 Gestionar usuarios	
Requisitos asociados	• RI-01 Información sobre usuarios	
Descripción	El sistema permitirá modificar una cuenta de usuario que permite el acceso al sistema.	
Precondición	Haber creado una cuenta de usuario acceso al sistema.	

Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El administrador elige la opción Administrar Usuarios, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El sistema muestra la pantalla Crear Usuario.
	3.	El administrador elige el botón Modificar.
	4.	El sistema muestra la pantalla Modificar Usuario.
	5.	El administrador elige el campo Texto Búsqueda.
	6.	El administrador ingresa el nombre de usuario o el rol del usuario que desea buscar.
	7.	El administrador elige el botón Buscar.
	8.	El sistema muestra la tabla Lista de Usuarios en la pantalla Consulta Usuarios.
	9.	El administrador elige el usuario de la tabla Lista de Usuarios, que desee modificar.
	10.	El sistema muestra los datos del usuario seleccionado en la pantalla Modificar Usuario.
	11.	El administrador modifica los datos que desee.
	12.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.
	13.	El sistema verifica que la contraseña y confirmación de contraseña coincidan.
	14.	El sistema verifica que el nuevo usuario no exista en el sistema.
15.	El sistema guarda la información del nuevo usuario.	
Postcondición	El administrador haya ingresado correctamente al sistema.	
Excepciones	Paso	Acción
	12.	En caso de que el usuario haya dejado algún campo vacío, el sistema mostrará un mensaje de error "Existen campos obligatorios vacíos", el caso de uso continúa en el paso 10 de la secuencia normal.
	13.	En caso de que la contraseña y la confirmación de contraseña ingresadas no coincidan el sistema

		muestra un mensaje de error “Confirmación de contraseña incorrecta”, el caso de uso continúa en el paso 10 de la secuencia normal de eventos.
	14.	En caso de que el nombre de usuario ingresado ya exista, el sistema muestra un mensaje de error “Nombre de usuario ya creado”, el caso de uso continúa en el paso 10 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	12.	2 segundos
	13.	2 segundos
	14.	2 segundos
Frecuencia esperada	incierta	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.2. Administrar Socio

2.8.2.1. Creación de Socio

TABLA XXVI. PANTALLA NUEVO SOCIO

Nombre Pantalla: Nuevo Socio
Referencia de Requerimientos: RF-002
Caso de Uso: CU002

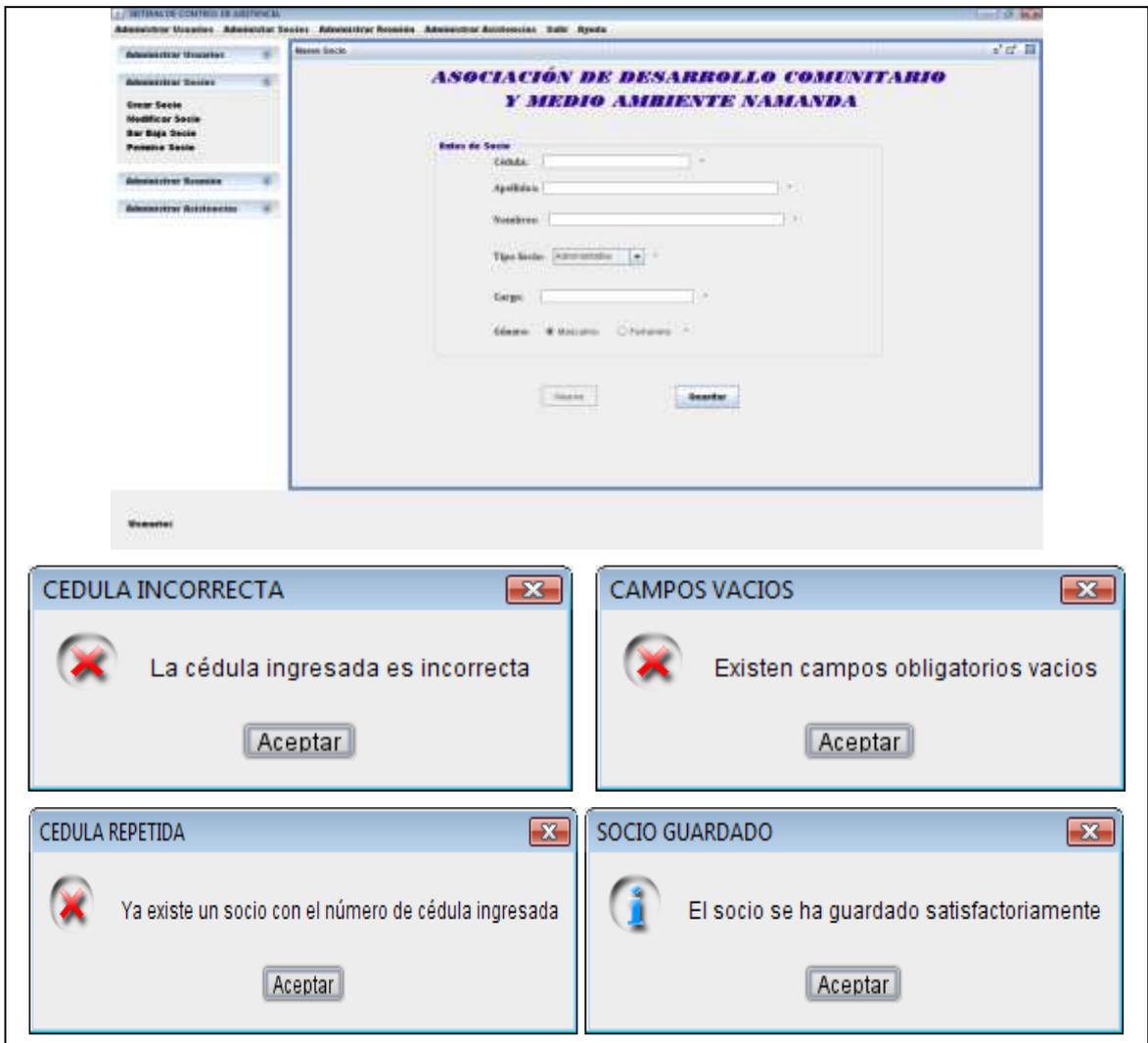


TABLA XXVII. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”

RF-002	Administrar Socio(Creación de Socio)	Código: CU002
Objetivos asociados	• OBJ-02 Gestionar socios.	
Requisitos asociados	• RI-02 Información sobre socios	
Descripción	El sistema permitirá crear socios en base a su información personal, cuando el usuario del sistema lo solicite.	
Precondición	El socio que se desea crear, no se haya creado con anterioridad, y además se disponga de la información necesaria que solicita el sistema.	
	Paso	Acción
	1.	El administrador elige la opción Administrar Socios,

Secuencia normal		ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El administrador selecciona la opción Crear Socio del menú desplegable, para iniciar el enrolamiento del nuevo socio.
	3.	El administrador llena los campos solicitados por el sistema: Cédula, Apellidos, Nombres, Tipo Socio, Cargo, Género, el Cargo se llena si el socio ocupa un cargo administrativo.
	4.	El administrador seleccionar el botón Guardar .
	5.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.
	6.	El sistema verifica que la cédula ingresada sea correcta.
	7.	El sistema verifica que no exista otro socio con la cédula ingresada.
	8.	El sistema guarda la información personal del socio.
	9.	El sistema informa que el proceso ha terminado con éxito.
	10.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	El nuevo socio ha sido creado con éxito.	
Excepciones	Paso	Acción
	5.	En caso de que el usuario haya dejado algún campo vacío, el sistema muestra un mensaje de error "Existen campos obligatorios vacíos", el caso de uso continúa en el paso 3 de la secuencia normal.
	6.	En caso de que la cédula ingresada sea incorrecta el sistema muestra un mensaje de error "La cédula ingresada es incorrecta", el caso de uso continúa en el paso 3 de la secuencia normal de eventos.
7.	Si el nuevo socio que se desea crear ya existe, el sistema muestra un mensaje de error "Ya existe un socio con el número de cédula ingresada", el caso	

		de uso continúa en el paso 3 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	5.	3 segundos
	6.	2 segundo
	7.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.2.2. Modificación de Socio

TABLA XXVIII. PANTALLA MODIFICAR SOCIO

Nombre Pantalla: Modificar Socio
Referencia de Requerimientos: RF-002
Caso de Uso: CU002

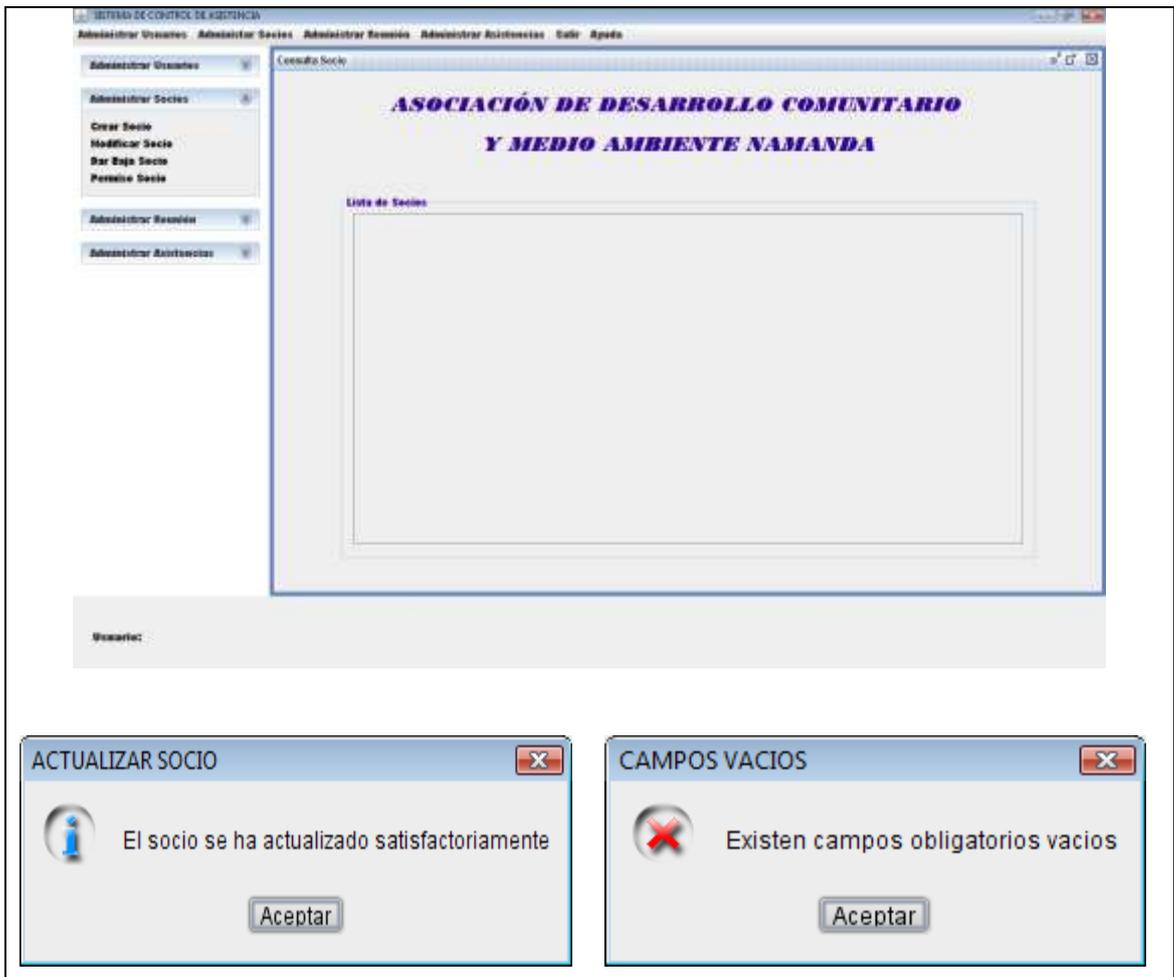


TABLA XXIX. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”

RF-002	Administrar Socio(Modificación de Socio)	Código: CU002
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-02 Gestionar socios. 	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RI-02 Información sobre socios. 	
Descripción	El usuario deberá previamente realizar la consulta del socio, para posteriormente modificar sus datos personales.	
Precondición	La información del socio que se desea modificar este disponible en el sistema.	
	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Administrar Socios del panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario elige la opción Modificar Socio y el sistema muestra la pantalla Modificar Socio.

Secuencia normal	3.	El secretario elige Texto Búsqueda.	
	4.	El secretario ingresa el nombre o apellido del socio que desea modificar.	
	5.	El secretario pulsa el botón Buscar.	
	6.	El sistema muestra la Tabla Lista de Socios en la pantalla Consulta Socio, en donde selecciona el socio que desea modificar.	
	7.	El sistema carga los datos del socio en los campos (Cédula, Apellidos, Nombres, Tipo Socio, Cargo y Género) deshabilitados de la pantalla Modificar Socio.	
	8.	El secretario selecciona el botón Modificar.	
	9.	El sistema habilita los campos Apellidos, Nombres, Tipo Socio, Cargo y Género, así mismo se habilita el botón Aceptar, también muestra los datos a ser modificados.	
	10.	El secretario modifica los datos que desee.	
	11.	El secretario selecciona el botón Aceptar.	
	12.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.	
	13.	El sistema modifica los datos del socio.	
	14.	El sistema notifica que los datos se han modificado con éxito.	
	15.	El caso de uso finaliza.	
	Postcondición	La información del socio ha sido actualizada.	
	Excepciones	Paso	Acción
6.		En caso de que el usuario no haya seleccionado un socio de la Tabla Lista de Socio, el sistema no mostrará los datos en la pantalla Modificar Socio.	
12.		En caso de que el usuario haya dejado algún campo vacío, el sistema muestra un mensaje de error "Existen campos obligatorios vacíos", el caso de uso continúa en el paso 10 de la secuencia normal de eventos.	

	Paso	Cota de tiempo
Rendimiento	6.	1 segundo
	12.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.2.3. Dar Baja Socio

TABLA XXX. PANTALLA BAJA SOCIO

Nombre Pantalla: Baja Socio
Referencia de Requerimientos: RF-002
Caso de Uso: CU002

TABLA XXXI. CASO DE USO “ADMINISTRAR SOCIO”

RF-002	Administrar Socio(Dar Baja Socio)	Código: CU002
Objetivos asociados	•OBJ-02 Gestionar socios.	
Requisitos asociados	•RI-02 Información sobre socios	
Descripción	El sistema permitirá dar de baja la información de un socio previamente creado.	
Precondición	La información del socio que desea dar de baja este disponible.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El administrador elige la opción Administrar Socios del panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El administrador selecciona Dar Baja Socio de la opción Administrar Socios.
	3.	El sistema muestra la pantalla Baja Socio.
	4.	El secretario selecciona de la Tabla Lista de Socios de la pantalla Baja Socio el socio que desea dar de baja.
	5.	El secretario elige el botón Dar Baja.
	6.	El sistema muestra un mensaje de confirmación, solicitando al secretario verificar si está seguro de dar de baja al socio seleccionado en el paso 4.
	7.	El sistema da de baja al socio.
	8.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	El socio se ha dado de baja con éxito.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.	En caso de que el secretario no haya seleccionado un socio de la Tabla Lista de Socios, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos un socio de la tabla”, el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
	6.	Si el secretario desea cancelar la operación de baja el sistema cancela la operación y el caso de uso termina.

Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	4.	2 segundos
	6.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.3. Administrar Reunión

2.8.3.1. Creación de Reunión

TABLA XXXII. PANTALLA CREAR REUNIÓN

Nombre Pantalla: Crear Reunión
Referencia de Requerimientos: RF-003
Caso de Uso: CU003

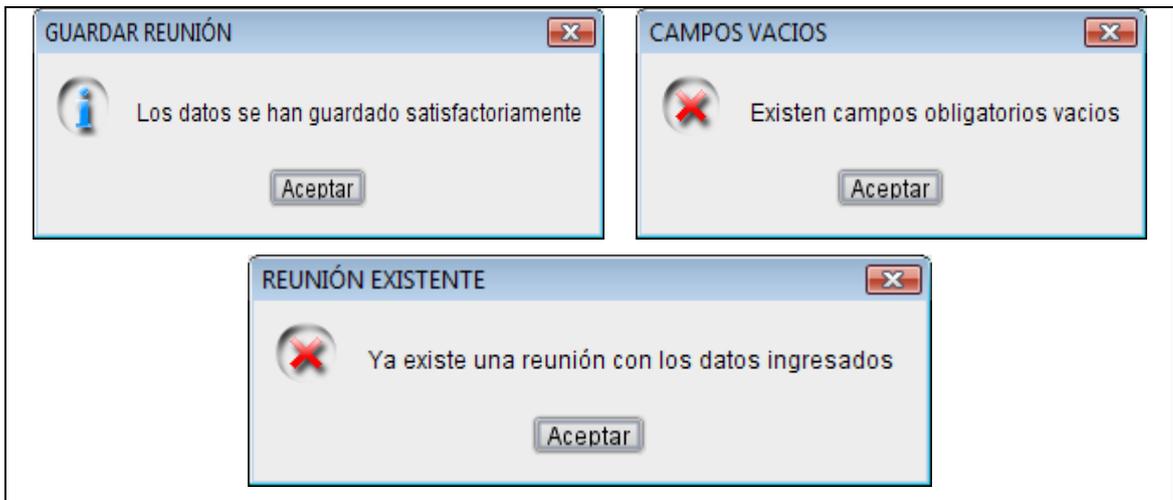


TABLA XXXIII. CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”

RF-003	Administrar Reunión(Creación de Reunión)	Código: CU003
Objetivos asociados	• OBJ-03 Gestionar reuniones.	
Requisitos asociados	• RI-03 Información sobre reuniones.	
Descripción	El sistema permitirá crear reuniones ya sean de tipo ordinaria y extraordinaria.	
Precondición	La reunión que se desea crear, no se haya creado con anterioridad, y además se disponga de la información necesaria que solicita el sistema.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Administrar Reunión del panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario elige Crear Reunión , de la opción Administrar Reunión.
	3.	El sistema muestra la pantalla Crear Reunión.
	4.	El secretario ingresa los datos Fecha Reunión, Hora Inicio, Asunto Tratar y Carácter Reunión en la pantalla Crear Reunión.
	5.	El secretario seleccionar el botón Guardar .
	6.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacios.
7.	El sistema verifica que no exista otra reunión con los mismos datos ingresados.	

	8.	El sistema crea la nueva reunión.
	9.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	La reunión ha sido creada con éxito.	
Excepciones	Paso	Acción
	6.	En caso de que el usuario haya dejado algún campo vacío, el sistema mostrará un mensaje de error “Existen campos obligatorios vacíos”, el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
	7.	Si la reunión que se desea crear ya existe, el sistema muestra un mensaje de error “Ya existe una reunión con los datos ingresados”, el caso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	6.	2 segundos
	7.	2 segundos
Frecuencia esperada	1 vez/ semestral	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.3.2. Modificación de Reunión

TABLA XXXIV. PANTALLA MODIFICACIÓN REUNIÓN

Nombre Pantalla: Modificación Reunión
Referencia de Requerimientos: RF-003
Caso de Uso: CU003

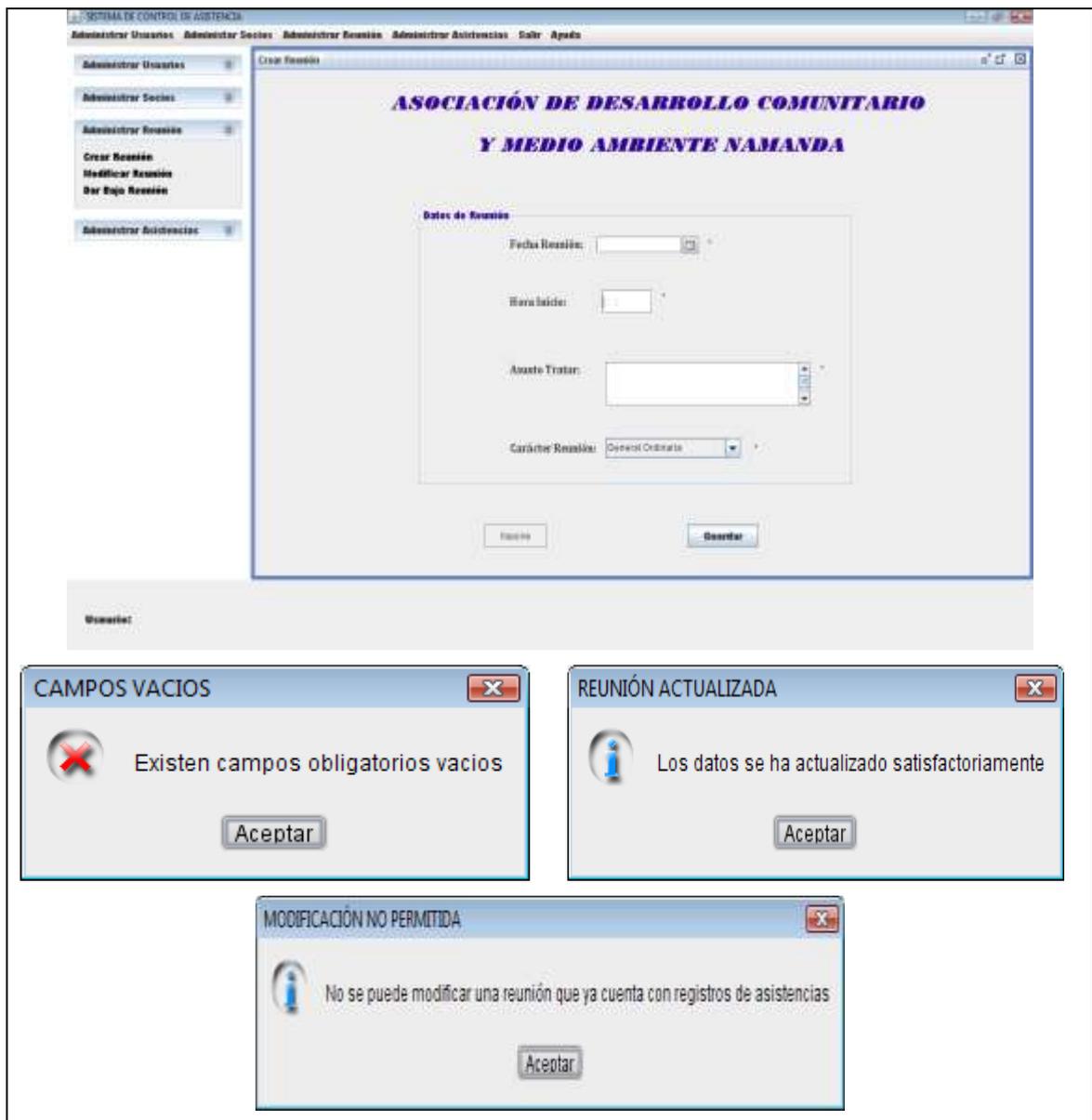


TABLA XXXV. CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”

RF-003	Administrar Reunión(Modificación de Reunión)	Código: CU003
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-03 Gestionar reuniones. 	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RI-03 Información sobre reuniones. 	
Descripción	El usuario deberá realizar la consulta de la información de la reunión, para posteriormente modificar el o los datos deseados.	
Precondición	La información de la reunión que se desea modificar este disponible.	

	Paso	Acción
Secuencia normal	1.	El secretario elige la opción Administrar Reunión ubicado en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario elige Modificar Reunión de la opción Administrar Reunión.
	3.	El sistema muestra la pantalla Modificar Reunión.
	4.	El secretario elige Texto Búsqueda.
	5.	El secretario ingresa la fecha o asunto de la reunión que desea modificar.
	6.	El secretario pulsa el botón Buscar.
	7.	El sistema muestra la Tabla Lista de Reuniones en la pantalla Consulta Reunión, en donde selecciona la reunión que desea modificar.
	8.	El sistema carga los datos de la reunión en los campos (Fecha Reunión, Hora Inicio, Asunto Tratar y Carácter) deshabilitados de la pantalla Modificar Reunión.
	9.	El secretario selecciona el botón Modificar.
	10.	El sistema habilita los campos Fecha Reunión, Hora Inicio, Asunto Tratar y Carácter, así mismo se habilita el botón Aceptar, también muestra los datos a ser modificados.
	11.	El secretario modifica los datos que desee.
	12.	El secretario selecciona el botón Aceptar.
	13.	El sistema verifica que los campos obligatorios no estén vacíos.
	14.	El sistema verifica que la reunión no cuente con un registro de asistencias.
	15.	El sistema modifica los datos de la reunión.
	16.	El sistema notifica que los datos se han modificado con éxito.
	17.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	La reunión ha sido actualizada.	

	Paso	Acción
Excepciones	13.	En caso de que existan campos obligatorios vacíos el sistema muestra un mensaje de error “Existen campos obligatorios vacíos”, el caso de uso continúa en el paso 11 de la secuencia normal de eventos.
	14.	En caso de que la reunión tenga vinculado un registro de asistencias el sistema muestra un mensaje de información “No se puede modificar una reunión que ya cuenta con registros de asistencias”, el caso de uso continúa en el paso 11 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	13.	1 segundo
	14.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.3.3. Dar Baja Reunión

TABLA XXXVI. PANTALLA BAJA REUNIÓN

Nombre Pantalla: Baja Reunión
Referencia de Requerimientos: RF-003
Caso de Uso: CU003

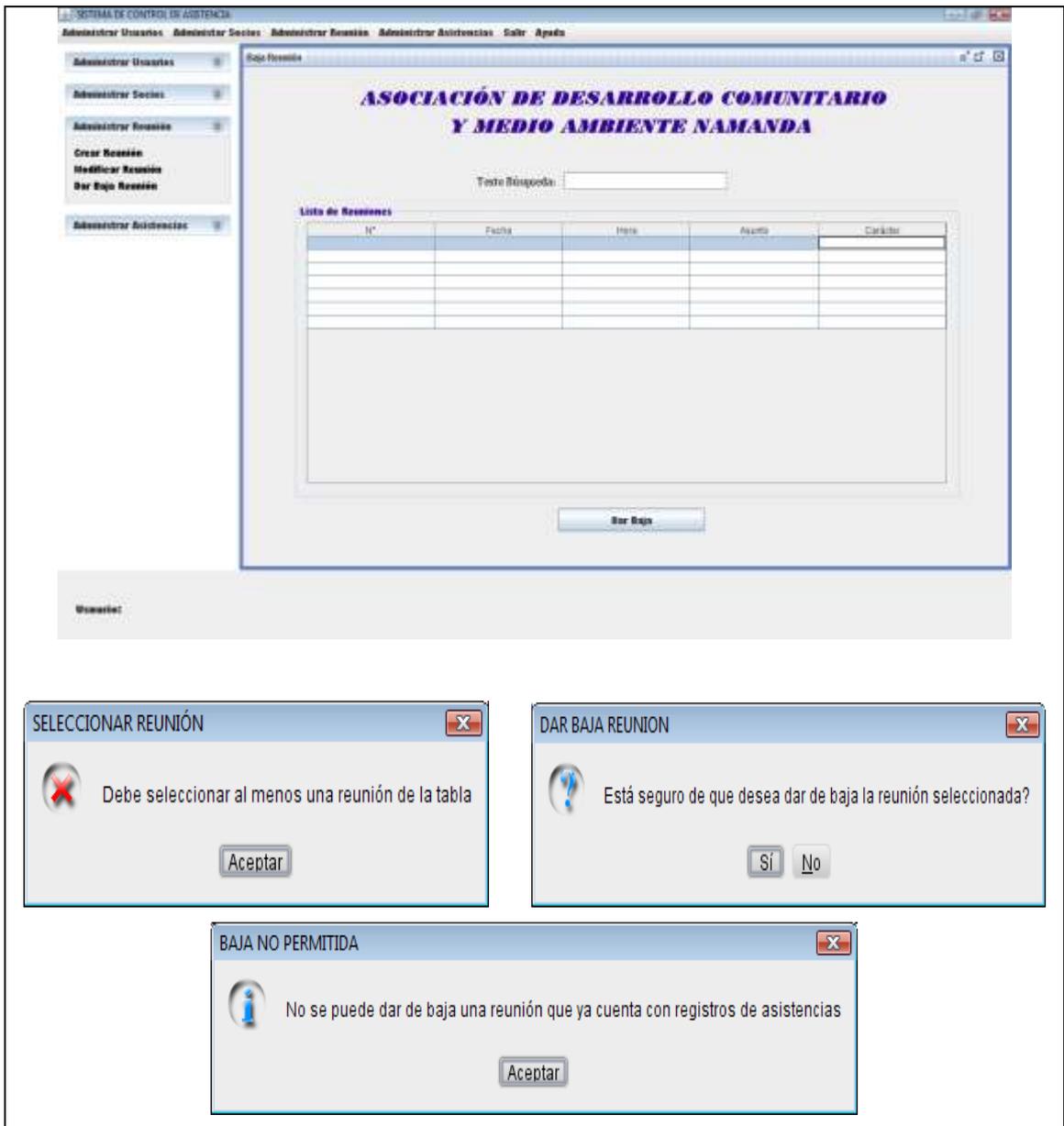


TABLA XXXVII. CASO DE USO “ADMINISTRAR REUNIÓN”

RF-003	Administrar Reunión(Dar Baja Reunión)	Código: CU003
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-03 Gestionar reuniones. 	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RI-03 Información sobre reuniones. 	
Descripción	El sistema permitirá dar de baja la información de una reunión previamente creada.	
Precondición	La información de la reunión que se desea dar de baja este disponible.	

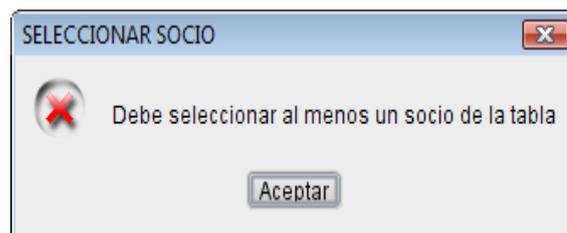
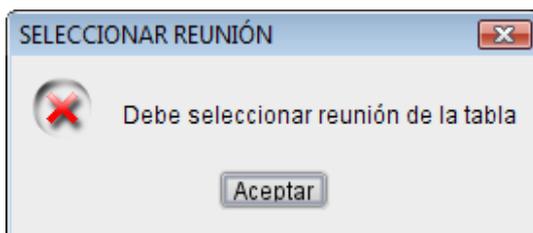
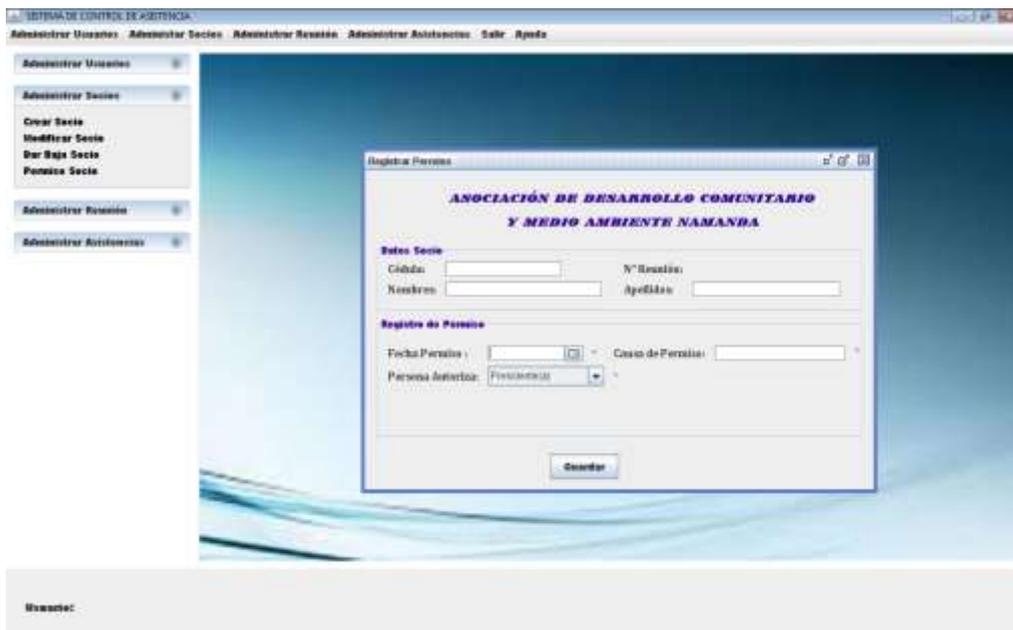
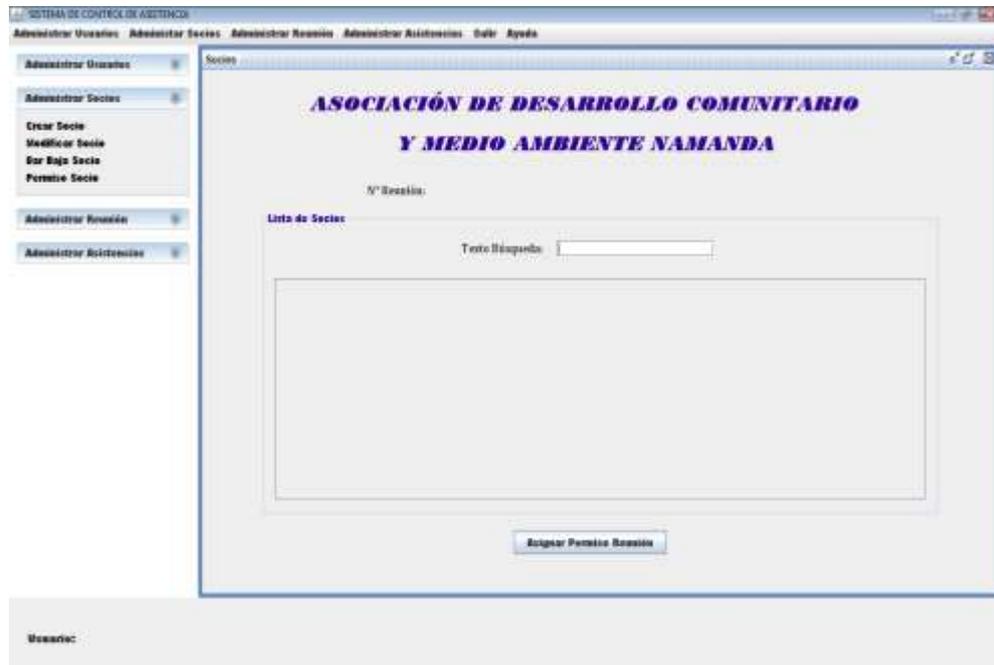
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El administrador elige la opción Administrar Reunión del panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El administrador selecciona Dar Baja Reunión de la opción Administrar Reunión.
	3.	El sistema muestra la pantalla Baja Reunión.
	4.	El secretario selecciona de la Tabla Lista de Reuniones de la pantalla Baja Reunión la reunión que desea dar de baja.
	5.	El secretario elige el botón Dar Baja.
	6.	El sistema muestra un mensaje de confirmación, solicitando al secretario verificar si está seguro de dar de baja a la reunión seleccionada en el paso 4.
	7.	El sistema verifica que la reunión no contenga vinculado un registro de asistencias.
	8.	El sistema da de baja a la reunión seleccionada.
	9.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	La reunión se ha dado de baja con éxito.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.	En caso de que el secretario no haya seleccionado una reunión de la Tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error "Debe seleccionar al menos una reunión de la tabla", el caso de uso continúa en el paso 4 de la secuencia normal de eventos.
	7.	Si la reunión tiene vinculado un registro de asistencias, el sistema muestra un mensaje de información "No se puede dar de baja una reunión que ya cuenta con registros de asistencias".
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	4.	2 segundo
	7.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	

Importancia	vital
Urgencia	a corto plazo
Estado	en construcción
Estabilidad	alta
Comentarios	La información de la reunión solo podrá ser dada de baja antes de que esta cuente con un reporte de asistencias.

2.8.4. Registro de Permiso

TABLA XXXVIII. PANTALLA PERMISO SOCIO

Nombre Pantalla: Permiso Socio
Referencia de Requerimientos: RF-004
Caso de Uso: CU004



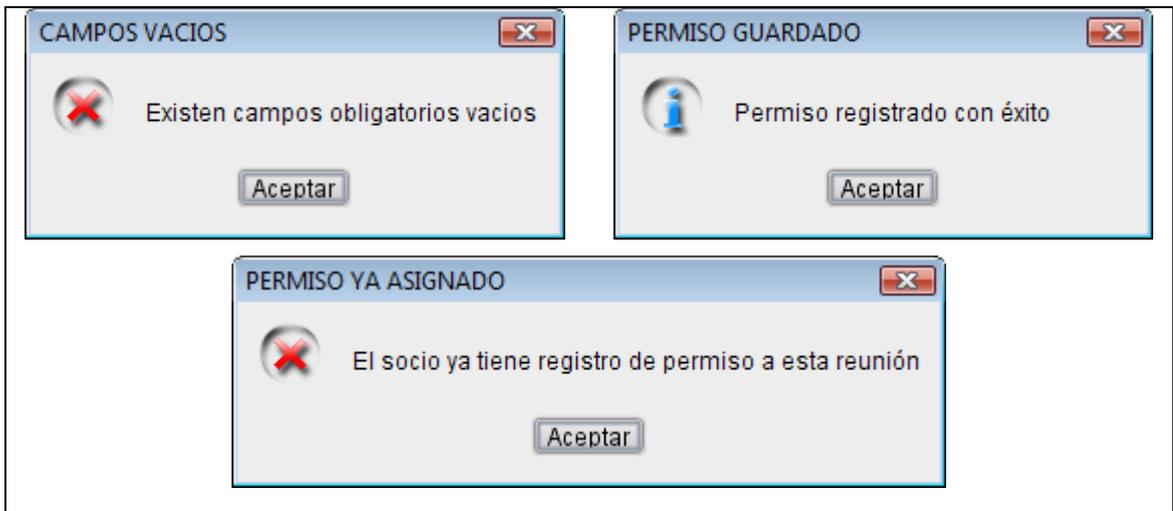


TABLA XXXIX. CASO DE USO “REGISTRO DE PERMISO”

RF-004	Registro de permiso	Código: CU004
Objetivos asociados	• OBJ-03 Gestionar reuniones	
Requisitos asociados	• RI-03 Información sobre reuniones	
Descripción	El sistema permitirá ingresar permisos solicitados por los socios.	
Precondición	La información de la reunión en la cual se desea registra el permiso exista en el sistema.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Administrar Socios, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario selecciona Permiso Socio de la opción Administrar Socios.
	3.	El sistema muestra la Tabla Lista de Reuniones en la pantalla Permiso Socio, el secretario selecciona Texto Búsqueda en donde ingresa la reunión en la cual desea registrar el permiso.
	4.	El sistema muestra la reunión solicitada en la Tabla Lista de Reuniones de la pantalla Permiso Socio.
	5.	El secretario selecciona de la Tabla Lista de Reuniones la reunión deseada.
6.	El secretario pulsa el botón Permiso Socio Reunión	

	7.	El sistema muestra la pantalla Socios.
	8.	El sistema muestra la Tabla Lista de Socios en la pantalla Socios, el secretario selecciona Texto Búsqueda en donde ingresa el nombre del socio al cual desea registrarle permiso.
	9.	El secretario selecciona el socio que solicitó el permiso de la Tabla Lista de Socios de la pantalla Socio.
	10.	El secretario pulsa el botón Asignar Permiso Reunión.
	11.	El sistema verifica que el socio no cuente ya con un permiso en la reunión seleccionada.
	12.	El sistema muestra la pantalla Registrar Permiso, con los campos deshabilitados Cédula, N° Reunión, Nombres, Apellidos y además los campos habilitados Fecha Permiso, Persona Autoriza, Causa de Permiso.
	13.	El secretario ingresa los datos en los campos: Fecha Permiso, Persona Autoriza, Causa de Permiso.
	14.	El secretario pulsa el botón Guardar.
	15.	El sistema verifica que los campos no estén vacíos.
	16.	El sistema guarda la información.
	17.	El sistema notifica que los campos se han guardado con éxito.
	18.	El caso de uso finaliza.
Postcondición		El permiso se ha registrado con éxito.
Excepciones	Paso	Acción
	5.	En caso de que el secretario no haya seleccionado una reunión de la Tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar una reunión de la tabla”, el caso de uso continúa en el paso 6 de la secuencia normal de eventos.

	9.	En caso de que el secretario no haya seleccionado un socio de la Tabla Lista de Socios, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos un socio de la tabla”, el caso de uso continúa en el paso 9 de la secuencia normal de eventos.
	11.	En caso de que el secretario haya seleccionado un socio que ya cuente con un permiso registrado, el sistema muestra un mensaje de error “El socio ya tiene registro de permiso a esta reunión”, el caso de uso continúa en el paso 9 de la secuencia normal de eventos.
	15.	En caso de que el secretario haya dejado algún campo obligatorio vacío, el sistema muestra un mensaje de error “Existen campos obligatorios vacíos”, el caso de uso continúa en el paso 13 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	5.	1 segundo
	9.	1 segundos
	11.	1 segundo
	15.	2 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.5. Entrenamiento de Sistema

TABLA XL. PANTALLA ENTRENAMIENTO SISTEMA

Nombre Pantalla: Entrenamiento Sistema
Referencia de Requerimientos: RF-005
Caso de Uso: CU005

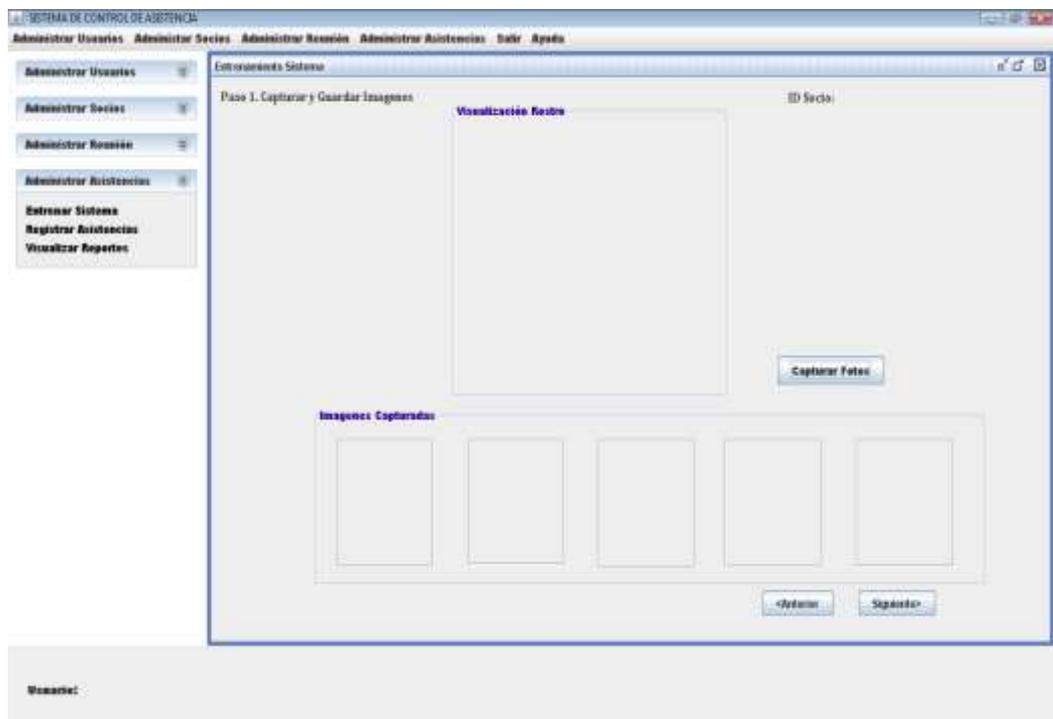




TABLA XLI. CASO DE USO “ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA”

RF-005	Entrenamiento del sistema	Código: CU005
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-04 Gestionar asistencias 	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RI-04 Información sobre asistencias. 	
Descripción	<p>El sistema permitirá realizar el entrenamiento del sistema mediante la captura, pre-procesamiento, detección y extracción de características de las imágenes obtenidas de los socios, además en dicho entrenamiento se harán constar los datos personales del socio.</p>	

Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • La información personal de los socios se encuentre registrada en el sistema. 	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Entrenar Sistema, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El sistema muestra la pantalla Entrenamiento Sistema.
	3.	El secretario selecciona el campo Texto Búsqueda, en donde ingresará el nombre o apellido del socio que desea entrenar en el sistema.
	4.	El sistema muestra el resultado en la Tabla Lista de Socios de la pantalla Entrenamiento Sistema, el secretario selecciona al socio con el cual desea entrenar el sistema de reconocimiento facial.
	5.	El secretario da clic en el botón Entrenar Sistema.
	6.	El sistema muestra la pantalla Paso 1. Capturar y Guardar Imágenes, en donde en el panel Visualización Rostro se visualiza la imagen del socio que se encuentre frente a la cámara web, además se visualiza la cédula del socio seleccionado en el paso 3
	7.	El secretario da clic al botón Capturar Fotos.
	8.	El sistema empieza a capturar imágenes del socio que se encuentra frente a la cámara web, las cuales son mostradas en el panel Imágenes Capturadas.
	9.	El secretario da clic en el botón siguiente
	10.	El sistema muestra las 5 imágenes capturadas en panel Paso 2. Entrenamiento Sistema de la pantalla Entrenamiento Sistema, también se muestra la cédula del socio seleccionado.
11.	El secretario da clic en el botón Entrenamiento para inicializar el proceso de entrenamiento del sistema con la cédula y las características extraídas	

		de las 5 imágenes del socio.
	12.	El sistema entrena al sistema correctamente.
	13.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	El sistema se ha entrenado correctamente.	
Excepciones	Paso	Acción
	4.	En caso de que no se haya seleccionado un socio de la Tabla Lista de Socios, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos un socio de la tabla para empezar a entrenar”, el caso de uso continúa en el paso 2 de la secuencia normal de eventos.
	5.	En caso de que el socio seleccionado ya se encuentre entrenado, el sistema muestra un mensaje de error “El socio seleccionado ya se encuentra entrenado”, el caso de uso continúa en el paso 3 de la secuencia normal de eventos.
	11.	En caso de que en las imágenes capturadas no se detecte un rostro válido, el sistema muestra un mensaje de error “Existen imágenes sin rostros válidos”, el caso de uso continúa en el paso 5 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	4.	1 segundo
	5.	2 segundos
	11.	8 segundos
Frecuencia esperada	ocasional	
Importancia	vital	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.6. Registro de Asistencias

TABLA XLII. PANTALLA REGISTRO ASISTENCIAS

Nombre Pantalla: Registro Asistencias
Referencia de Requerimientos: RF-006
Caso de Uso: CU006

The image displays two screenshots of a web application interface for recording attendance. The top screenshot shows the main menu with options like 'Administrar Usuarios', 'Administrar Socios', 'Administrar Reunión', and 'Administrar Asistencias'. The main content area is titled 'ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO Y MEDIO AMBIENTE NAMANDA' and features a search bar and a 'Registrar Asistencia' button. The bottom screenshot shows the 'REGISTRO DE ASISTENCIAS A REUNIÓN' form, which includes fields for 'Fecha', 'Hora', 'N° Reunión', 'Fecha Reunión', and 'Información de Identificación' (Cédula, Nombre, Apellido, Hora de registro). There are also buttons for 'Generar Justificación' and 'Generar Votación'.

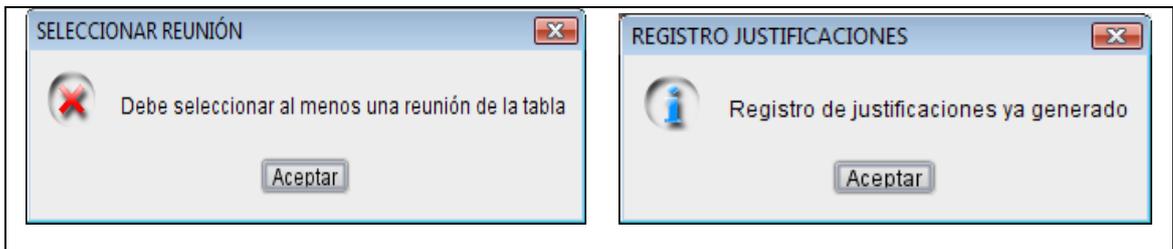


TABLA XLIII. CASO DE USO “REGISTRO DE ASISTENCIAS”

RF-006	Registro de asistencias	Código: CU006
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-04 Gestionar asistencias 	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • RI-04 Información sobre asistencias. 	
Descripción	El sistema permitirá registrar asistencias de cada uno de los socios que asistan a reuniones previamente creadas.	
Precondición	<ul style="list-style-type: none"> • Los socios que desean registrar asistencias, previamente hayan sido creados en el sistema. • La reunión en la que se desea registrar asistencias haya sido creada con anterioridad. 	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Registrar Asistencias, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El sistema muestra la pantalla Reuniones.
	3.	El secretario selecciona Texto Búsqueda, en donde ingresa la fecha de la reunión en la que desea registrar asistencias.
	4.	El sistema muestra el resultado de la búsqueda en la tabla Lista de Reuniones.
	5.	El secretario selecciona de la tabla Lista de Reuniones, la reunión en la que se van a registrar asistencias.
	6.	El secretario da clic en el botón Registrar Asistencia.
	7.	El sistema muestra la pantalla Registro Asistencia.
	8.	El sistema muestra la imagen del socio que se encuentra frente a la cámara web en el panel

		Visualización Rostro, también se visualiza el N° de la reunión seleccionada en el paso 3, la fecha y hora actual.
	9.	El sistema verifica si la imagen visualizada en el panel Visualización Rostro contiene un rostro, detectándolo al instante.
	10.	El sistema verifica mediante reconocimiento facial si el rostro presente en la imagen se encuentra entrenado en el sistema.
	11.	El sistema verifica si el socio ya se encuentra registrado con asistencia en el sistema.
	12.	El sistema verifica que la asistencia sea registrada en una reunión con fecha actual.
	13.	El sistema muestra en el panel Información de Identificación: cédula, hora de entrada, nombres, apellidos y estado de registro del socio registrado en el sistema.
	14.	Luego de haber finalizado el registro de todos los socios asistentes a la reunión, es necesario registrar las justificaciones de los socios que previamente hayan solicitado permiso, para lo cual el secretario elige el botón Generar Justificación.
	15.	Luego de haber registrado todas las asistencias de los socios presentes en la reunión, es necesario registrar las sanciones por atrasos e inasistencias, para los cual el secretario elige el botón Generar Multas.
	16.	El caso de uso finaliza.
Postcondición		Registro de asistencia del socio correcto.
	Paso	Acción
	5.	En caso de que no se haya seleccionado una reunión el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos una reunión de la tabla”, el caso de uso continúa en el paso 4 de la

Excepciones		secuencia normal de eventos.
	9.	Si no se detecta algún rostro el sistema muestra un mensaje “No se ha detectado un rostro válido”, el caso de uso continúa en el paso 8 de la secuencia normal.
	10.	En caso de que el rostro de la persona no se encuentre entrenado en el sistema o no se identifica un rostro el sistema muestra un mensaje “Rostro no detectado o persona desconocida”, el caso de uso continúa en el paso 8 de la secuencia normal de eventos.
	11.	En caso de que el socio ya haya registrado asistencias, el sistema muestra un mensaje “Socio ya registrado en esta reunión”, el caso de uso continúa en el paso 8 de la secuencia normal de eventos.
	12.	En caso de que intente registrar asistencias en reuniones pasadas el sistema muestra un mensaje “No se puede registrar asistencia a una reunión anterior”, el caso de uso continúa en el paso 8 de la secuencia normal de eventos.
	14.	En caso de que se intente generar nuevamente el registro de justificaciones el sistema muestra un mensaje “Registro de justificaciones ya generado”, el caso de uso continúa en el paso 13 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	5.	1 segundos
	9.	1 segundos
	10.	1 segundos
	11.	3 segundos
	12.	2 segundos.
	14.	2 segundos
Frecuencia esperada	1 vez/semestre	

Importancia	vital
Urgencia	a corto plazo
Estado	en construcción
Estabilidad	alta
Comentarios	Si el socio no se ha entrenado en el sistema anteriormente, el sistema no mostrará información alguna.

2.8.7. Visualización Reporte Asistencias

TABLA XLIV. PANTALLA VISUALIZACIÓN REPORTES

Nombre Pantalla: Visualización Reportes
Referencia de Requerimientos: RF-007
Caso de Uso: CU007

TABLA XLV. CASO DE USO “VISUALIZAR REPORTE ASISTENCIAS”

RF-007	Visualizar reporte asistencias	Código: CU007
Objetivos asociados	• OBJ-04 Gestionar asistencias.	
Requisitos asociados	• RI-04 Información sobre asistencias.	
Descripción	El sistema permitirá visualizar reportes de asistencias de la información recopilada en cada una de las reuniones.	
Precondición	La información de las asistencias registradas por los socios se encuentre en la base de datos.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Administrar Asistencias, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario elige Visualizar Reportes de la opción Administra Asistencias.
	3.	El sistema muestra la pantalla Visualización Reportes.
	4.	El secretario elige el campo Texto Búsqueda de la pantalla Visualización Reportes.
	5.	El secretario ingresa en el campo Texto Búsqueda la fecha de la reunión o el asunto tratar.
	6.	El sistema muestra el resultado de la reunión ingresada en el paso 5, en la Tabla Lista de Reuniones de la pantalla Visualización Reportes. El secretario selecciona la reunión deseada.
	7.	El secretario pulsa el botón Visualizar Reporte Asistencias.
	8.	El sistema verifica que la reunión cuente con un registro de asistencias.
	9.	El sistema muestra el reporte de asistencias de la reunión seleccionada.
10.	El caso de uso finaliza.	
Postcondición	El reporte de asistencias ha sido mostrado.	
Excepciones	Paso	Acción
	6.	En caso de que el secretario no haya seleccionado

		una reunión de la Tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos una reunión para visualizar un reporte”, el caso de uso continúa en el paso 7 de la secuencia normal de eventos.
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	6.	1 segundos
Frecuencia esperada	1 vez/semestral	
Importancia	importante	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.8.8. Visualización Reporte Sanción

TABLA XLVI. PANTALLA VISUALIZACIÓN REPORTES

Nombre Pantalla: Visualización Reportes
Referencia de Requerimientos: RF-008
Caso de Uso: CU008

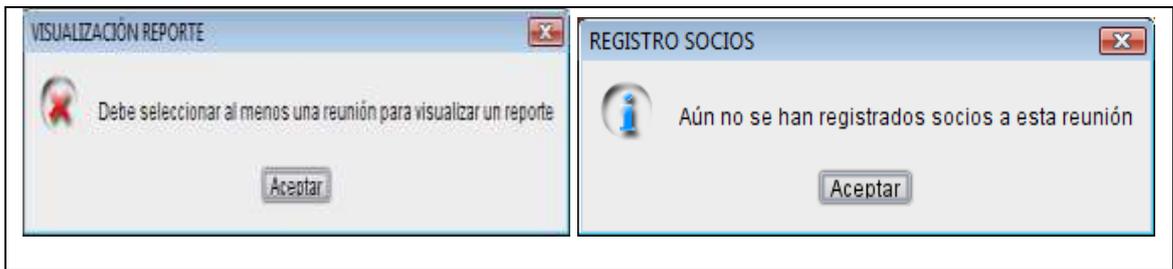



TABLA XLVII. CASO DE USO “VISUALIZAR REPORTE SANCIÓN”

RF-008	Visualizar reporte sanción	Código: CU008
Objetivos asociados	• OBJ-04 Gestionar asistencias	
Requisitos asociados	• RI-04 Información sobre asistencias	
Descripción	El sistema permitirá visualizar reportes de sanciones de la información recopilada en cada una de las reuniones.	
Precondición	La información de las sanciones registradas exista en la base de datos.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1.	El secretario elige la opción Administrar Asistencias, ubicada en el panel desplegable de la pantalla Principal.
	2.	El secretario elige Visualizar Reportes de la opción Administra Asistencias.
	3.	El sistema muestra la pantalla Visualización Reportes.
	4.	El secretario elige el campo Texto Búsqueda de la pantalla Visualización Reportes.
	5.	El secretario ingresa en el campo Texto Búsqueda la fecha de la reunión o el asunto tratar.
	6.	El sistema muestra el resultado de la reunión ingresada en el paso 5, en la Tabla Lista de Reuniones de la pantalla Visualización Reportes. El secretario selecciona la reunión deseada.
	7.	El secretario pulsa el botón Visualizar Reporte Sanciones.
8.	El sistema verifica que la reunión cuente con un registro de sanciones.	

	9.	El sistema muestra el reporte de sanciones de la reunión seleccionada.
	10.	El caso de uso finaliza.
Postcondición	El reporte de sanciones ha sido mostrado.	
Excepciones	Paso	Acción
	6.	En caso de que el secretario no haya seleccionado una reunión de la Tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error “Debe seleccionar al menos una reunión para visualizar un reporte”, el caso de uso continúa en el paso 7 de la secuencia normal de eventos
Rendimiento	Paso	Cota de tiempo
	6.	1 segundos
Frecuencia esperada	1 vez/semestral	
Importancia	importante	
Urgencia	a corto plazo	
Estado	en construcción	
Estabilidad	alta	
Comentarios	ninguno	

2.9. Requisitos no Funcionales

TABLA XLVIII. REQUISITO NO FUNCIONAL “ENTORNO DE EXPLOTACIÓN”

RNF-001	Entorno de explotación
Descripción	Para su funcionamiento, el sistema funcionará en un PC de Procesador Intel Dual Core de 2.0 GHz. con disco duro de 50 GB, memoria RAM de 512 MB, además que cuente con cámara web.
Comentarios	Las características son de equipos existentes en la institución.

TABLA XLIX. REQUISITO NO FUNCIONAL “SEGURIDAD”

RNF-002	Seguridad
Descripción	En cuanto a seguridad, el administrador será el encargado

	de garantizar la seguridad de los datos utilizados por este, debido a que se utilizará claves de acceso al sistema. En cuanto a información el sistema verificará que la información sea correcta.
Comentarios	ninguno

TABLA L. REQUISITO NO FUNCIONAL “FUNCIONALIDAD”

RNF-003	Funcionalidad
Descripción	El sistema deberá ejecutar las funcionalidades con las que se lo desarrollo y se deberá garantizar su funcionamiento durante todo el período de su ejecución.
Comentarios	ninguno

TABLA LI. REQUISITO NO FUNCIONAL “PORTABILIDAD”

RNF-004	Portabilidad
Descripción	El sistema deberá ser portable, para que pueda ser instalado en diferentes equipos de la institución.
Comentarios	El sistema operativo de los equipos deberá ser el mismo.

TABLA LII. REQUISITO NO FUNCIONAL “DISPONIBILIDAD”

RNF-005	Disponibilidad
Descripción	El sistema deberá estar disponible las 24 horas del día, pero especialmente en los momentos en los que se llevan a cabo las reuniones de asamblea o de directorio.
Comentarios	ninguno

3. Análisis y Diseño Preliminar

En esta fase a partir de la descripción detallada de cada caso de uso, en donde se especifican los flujos alternativos y los flujos de excepción, se identifican los objetos que participan en cada caso de uso.

3.1. Diagramas de Robustez

Los diagramas de robustez permiten ilustrar gráficamente las interacciones entre los objetos participantes de un caso de uso. Este diagrama permitió identificar un conjunto inicial de objetos participantes de cada caso de uso.

3.1.1. Caso de Uso: Administrar Usuario

3.1.1.1. Acceso al Sistema

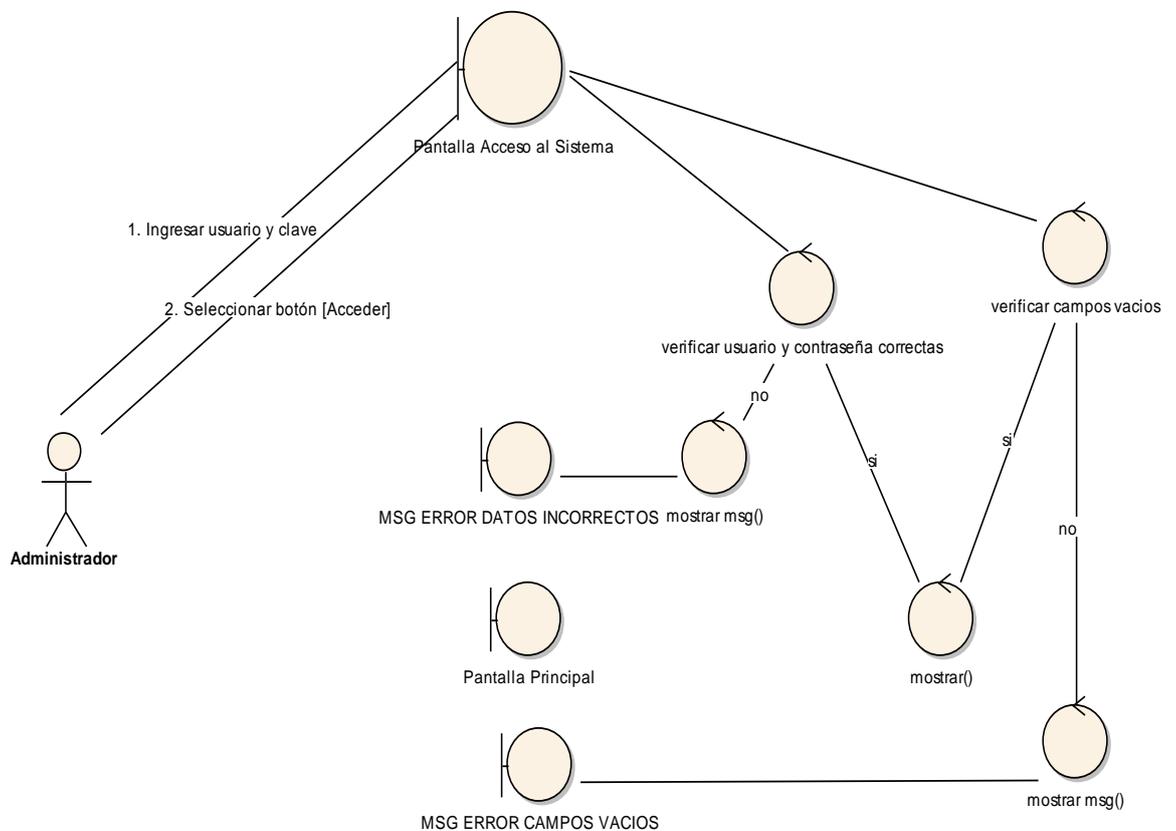


Figura 19. Diagrama de Robustez “Acceso al Sistema”

3.1.1.2. Creación de Usuario

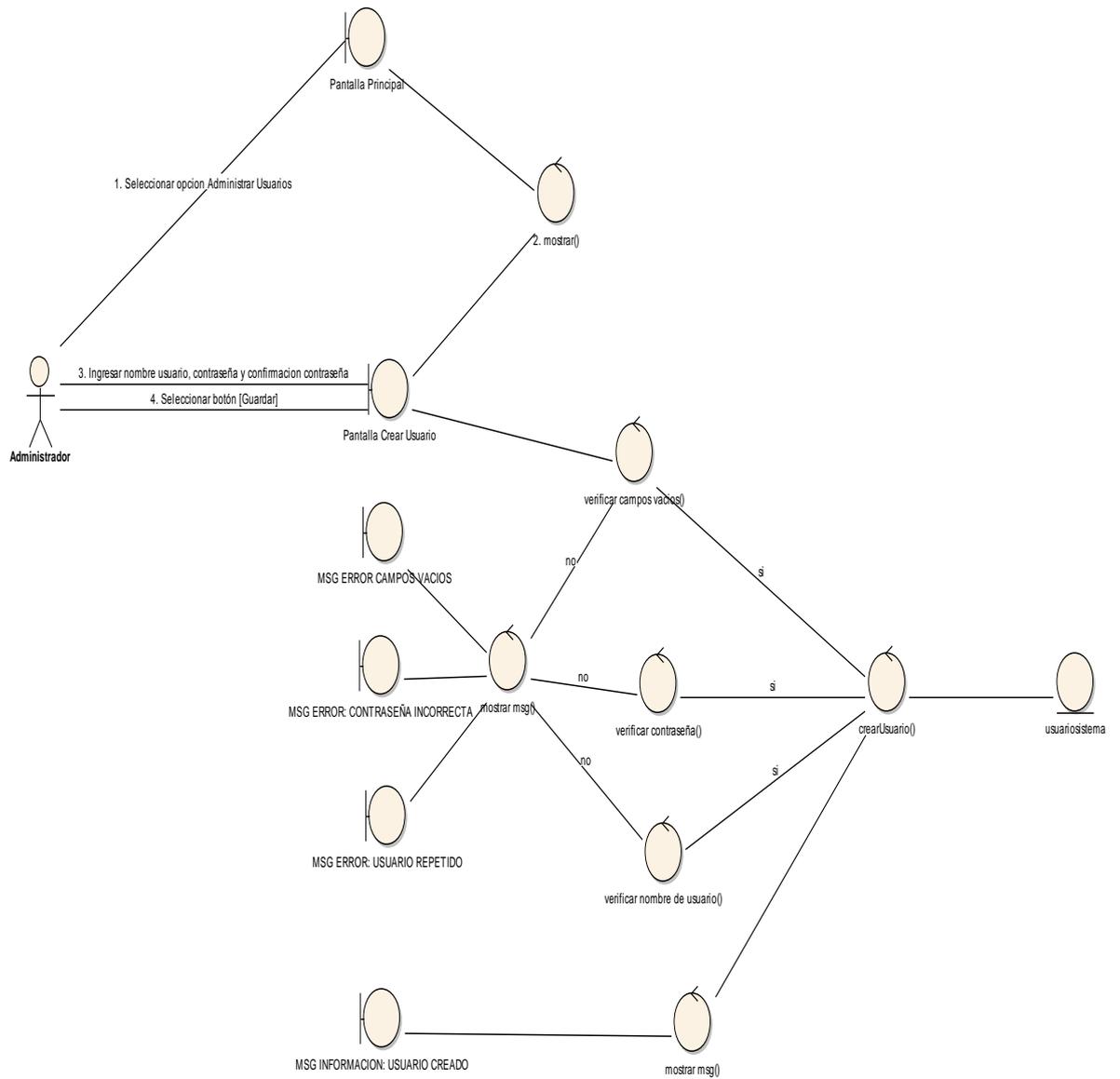


Figura 20. Diagrama de Robustez “Creación de Usuario”

3.1.1.3. Modificación de Usuario

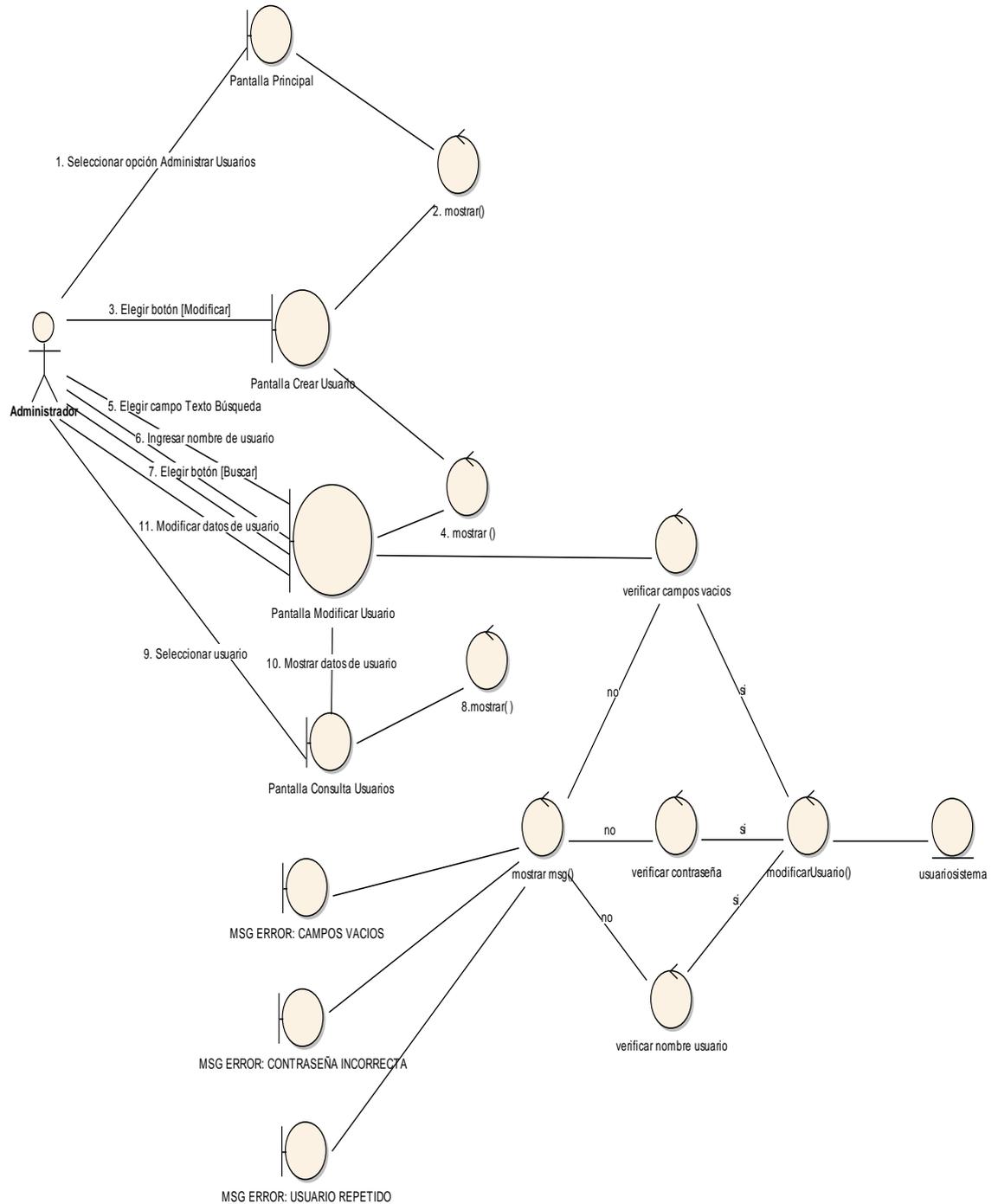


Figura 21. Diagrama de Robustez “Modificación de Usuario”

3.1.2. Caso de Uso: Administrar Usuario

3.1.2.1. Creación de Socio

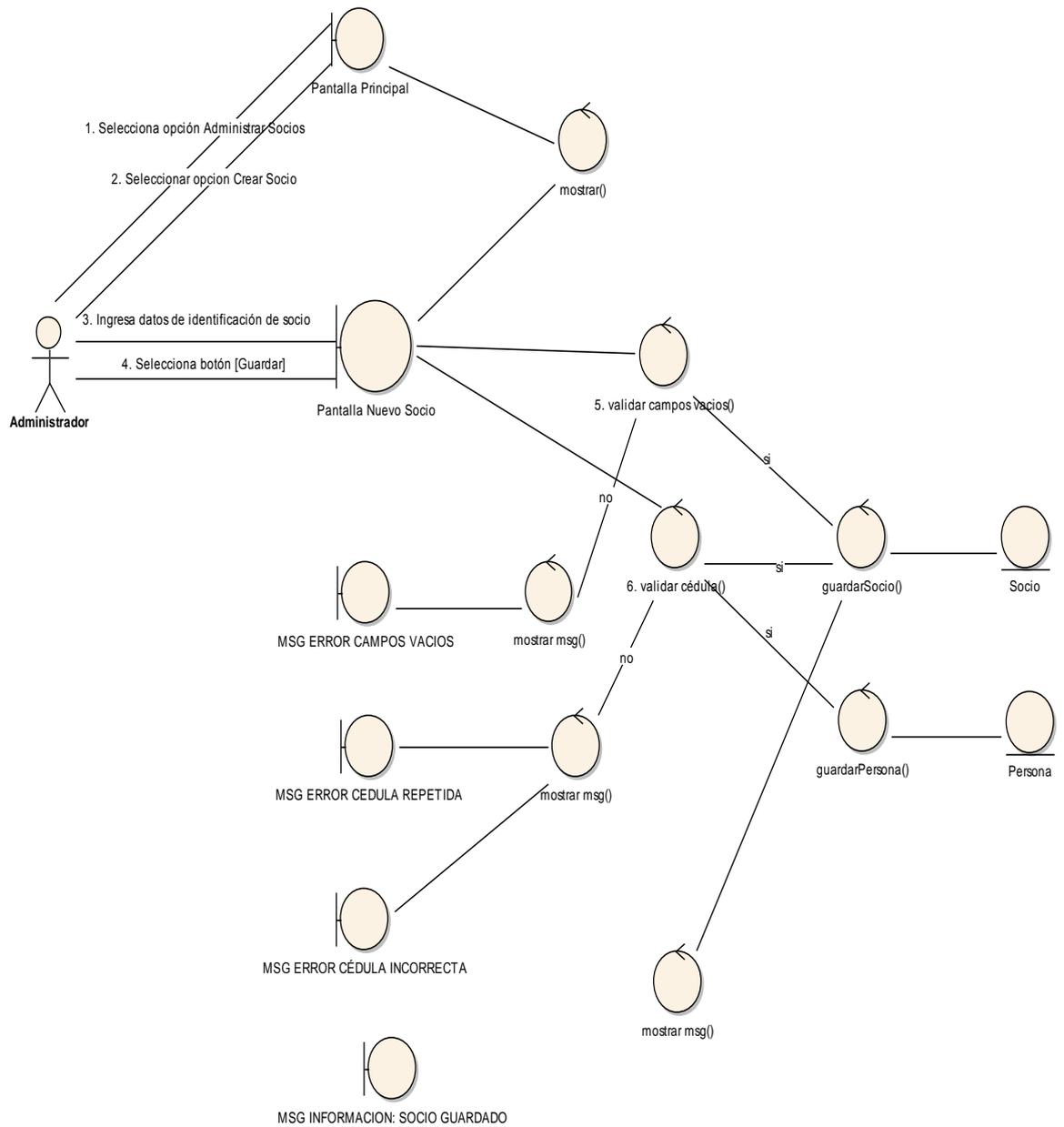


Figura 22. Diagrama de Robustez “Creación de Socio”

3.1.2.2. Modificación de Socio

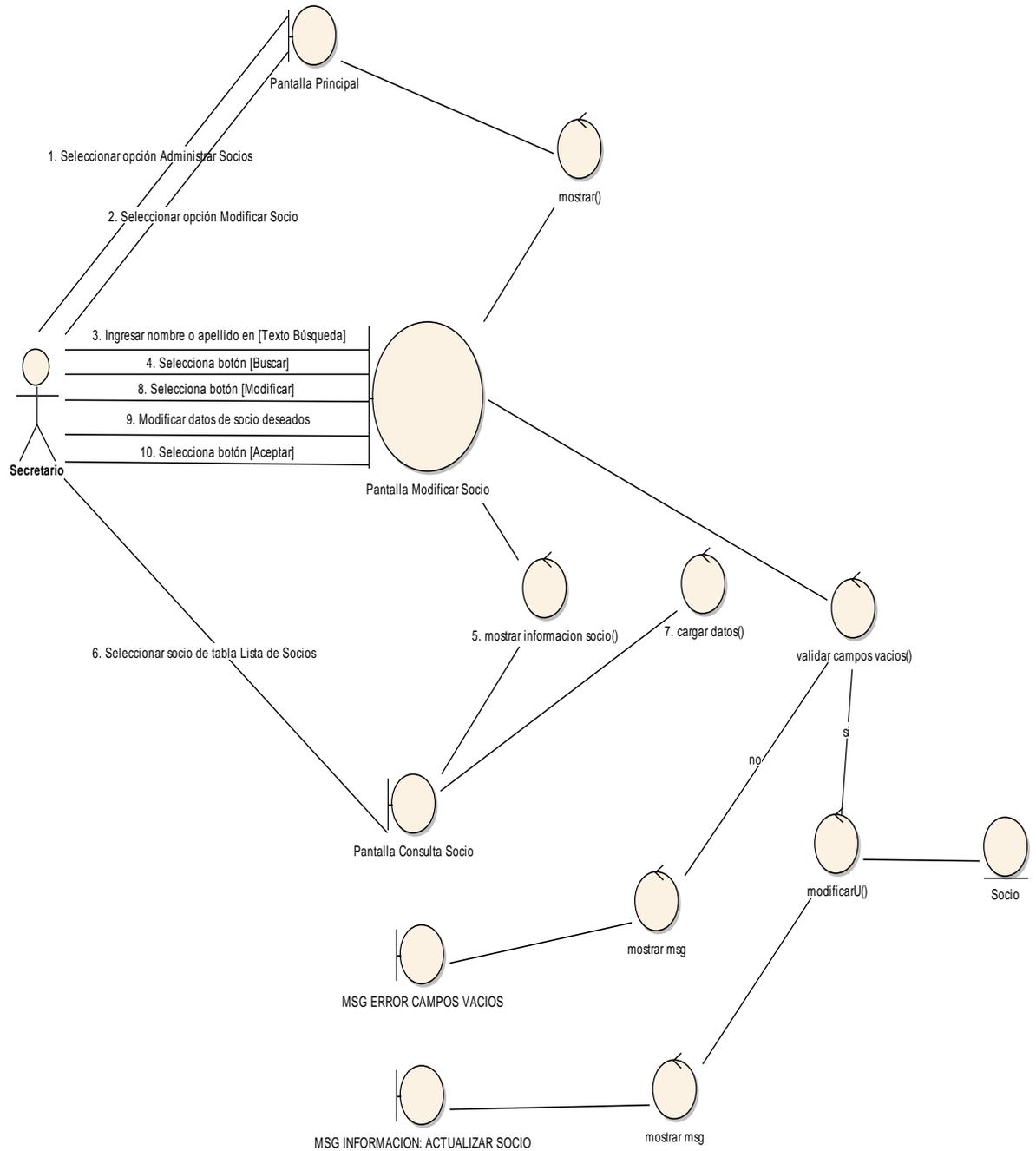


Figura 23. Diagrama de Robustez “Modificación de Socio”

3.1.2.3. Dar Baja Socio

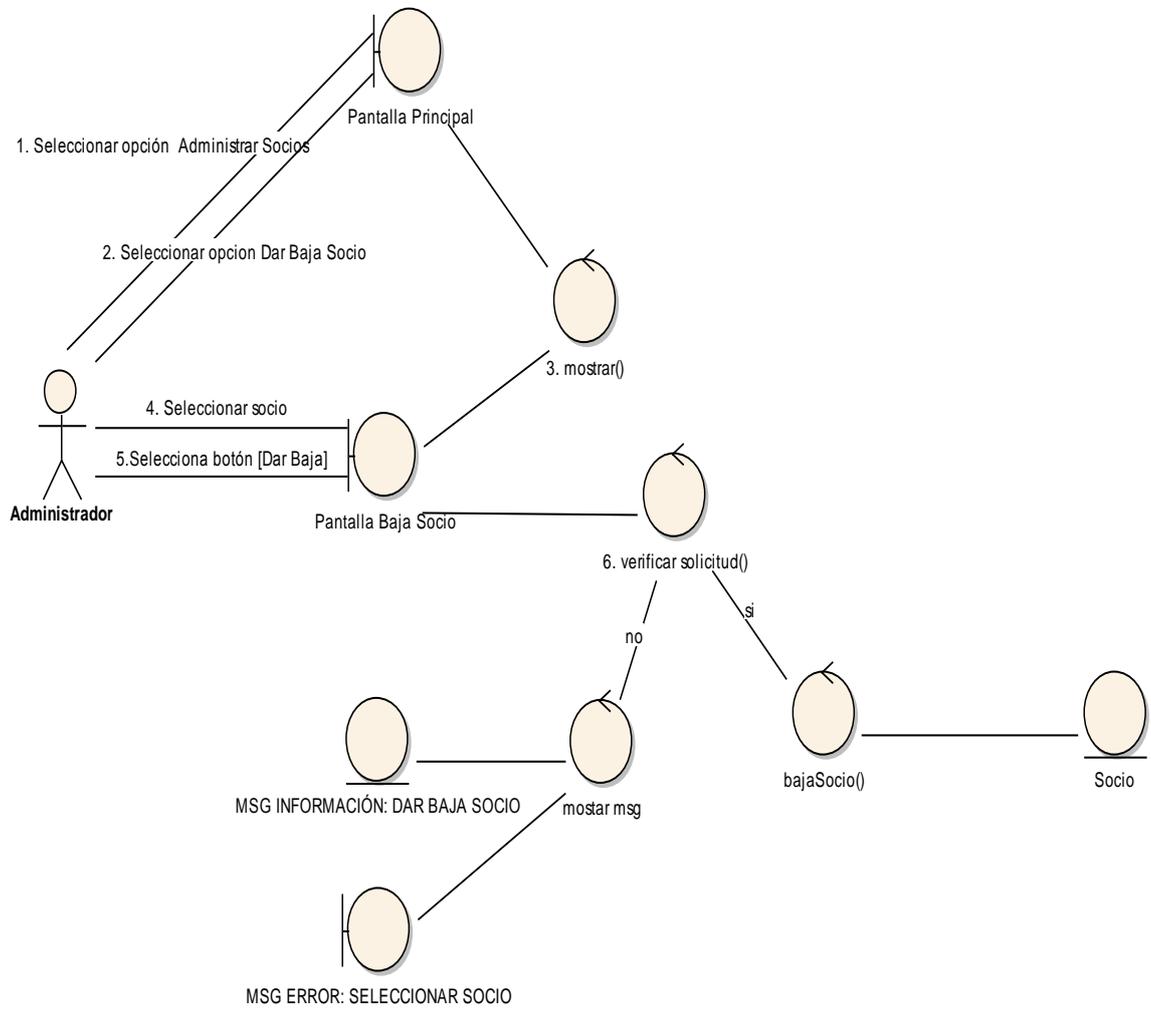


Figura 24. Diagrama de Robustez “Dar Baja Socio”

3.1.3. Caso de Uso: Administrar Reunión

3.1.3.1. Creación de Reunión

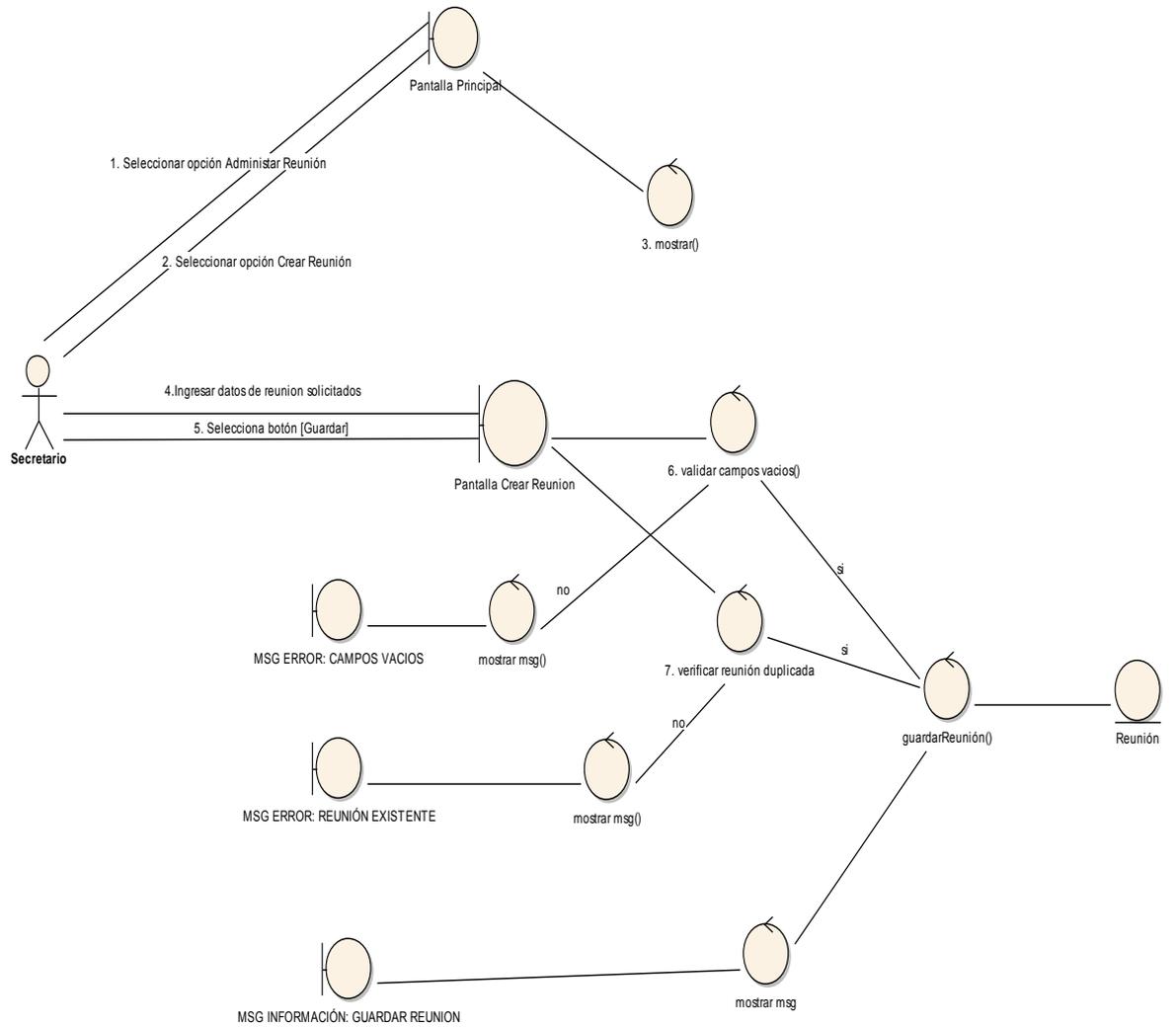


Figura 25. Diagrama de Robustez “Creación de Reunión”

3.1.3.2. Modificación de Reunión

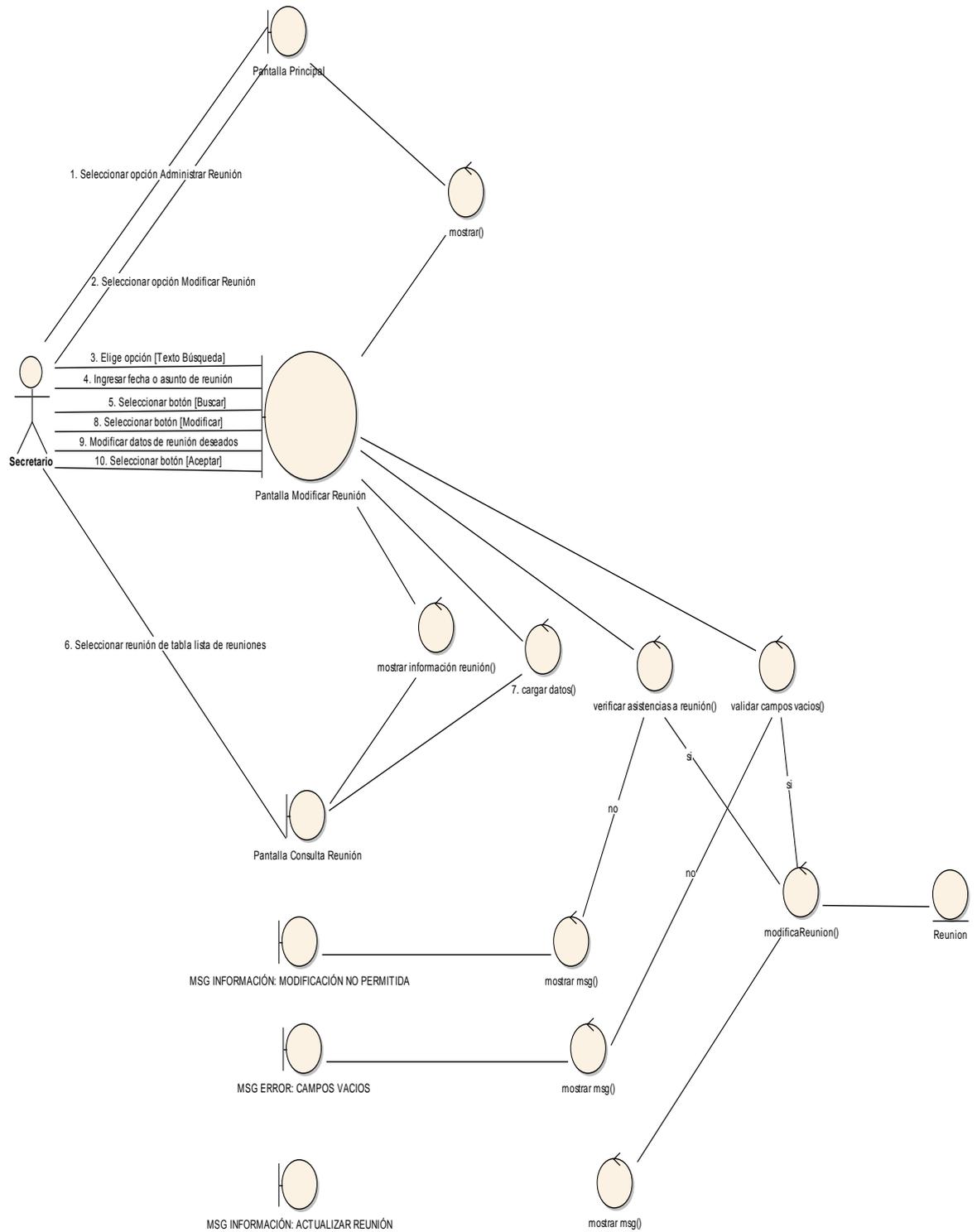


Figura 26. Diagrama de Robustez “Modificación de Reunión”

3.1.3.3. Dar Baja Reunión

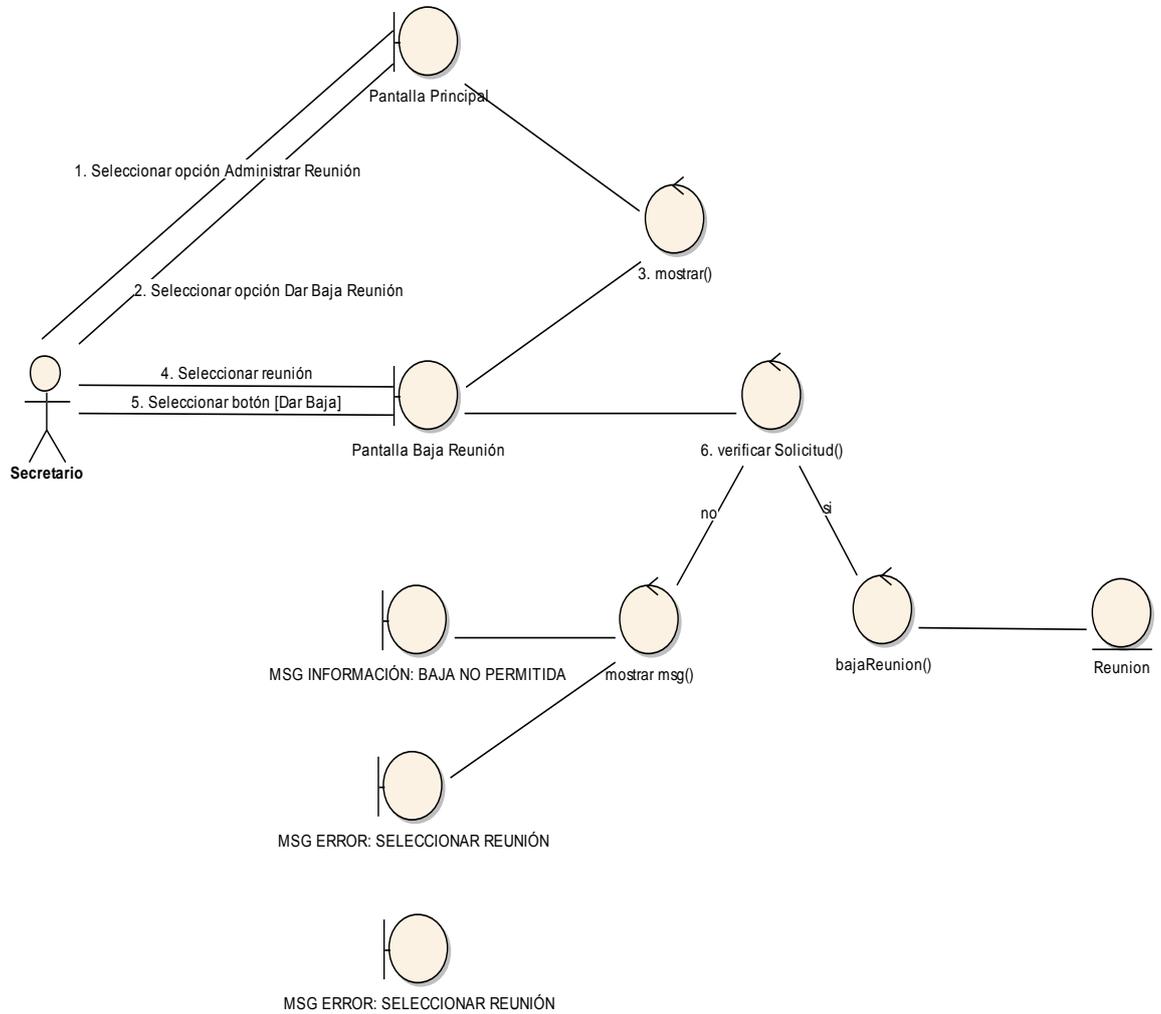


Figura 27. Diagrama de Robustez “Dar Baja Reunión”

3.1.4. Caso de Uso: Registro de Permiso



Figura 28. Diagrama de Robustez “Registro de Permiso”

3.1.5. Caso de Uso: Entrenamiento del sistema

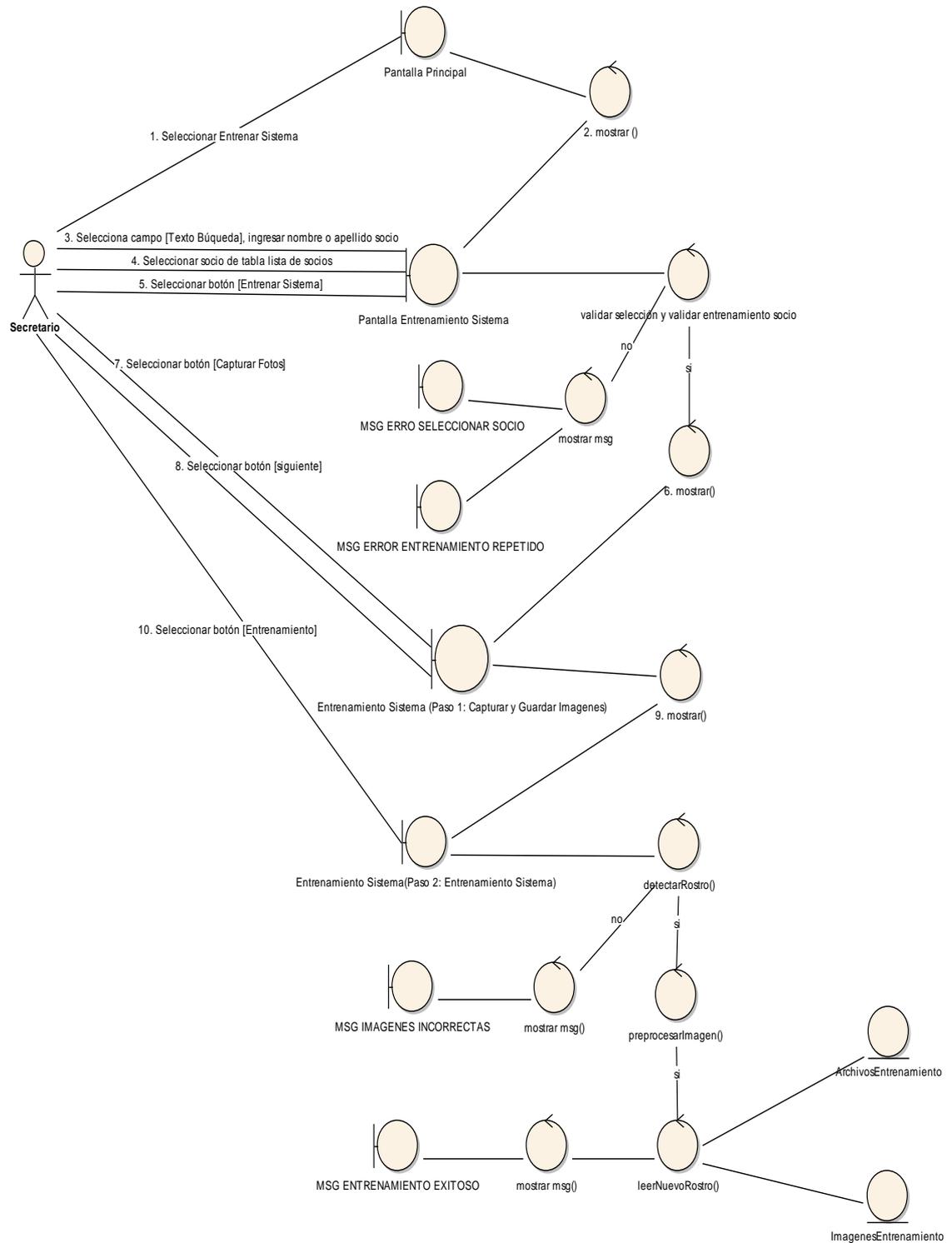


Figura 29. Diagrama de Robustez “Entrenamiento del Sistema”

3.1.6. Caso de Uso: Registro de Asistencias

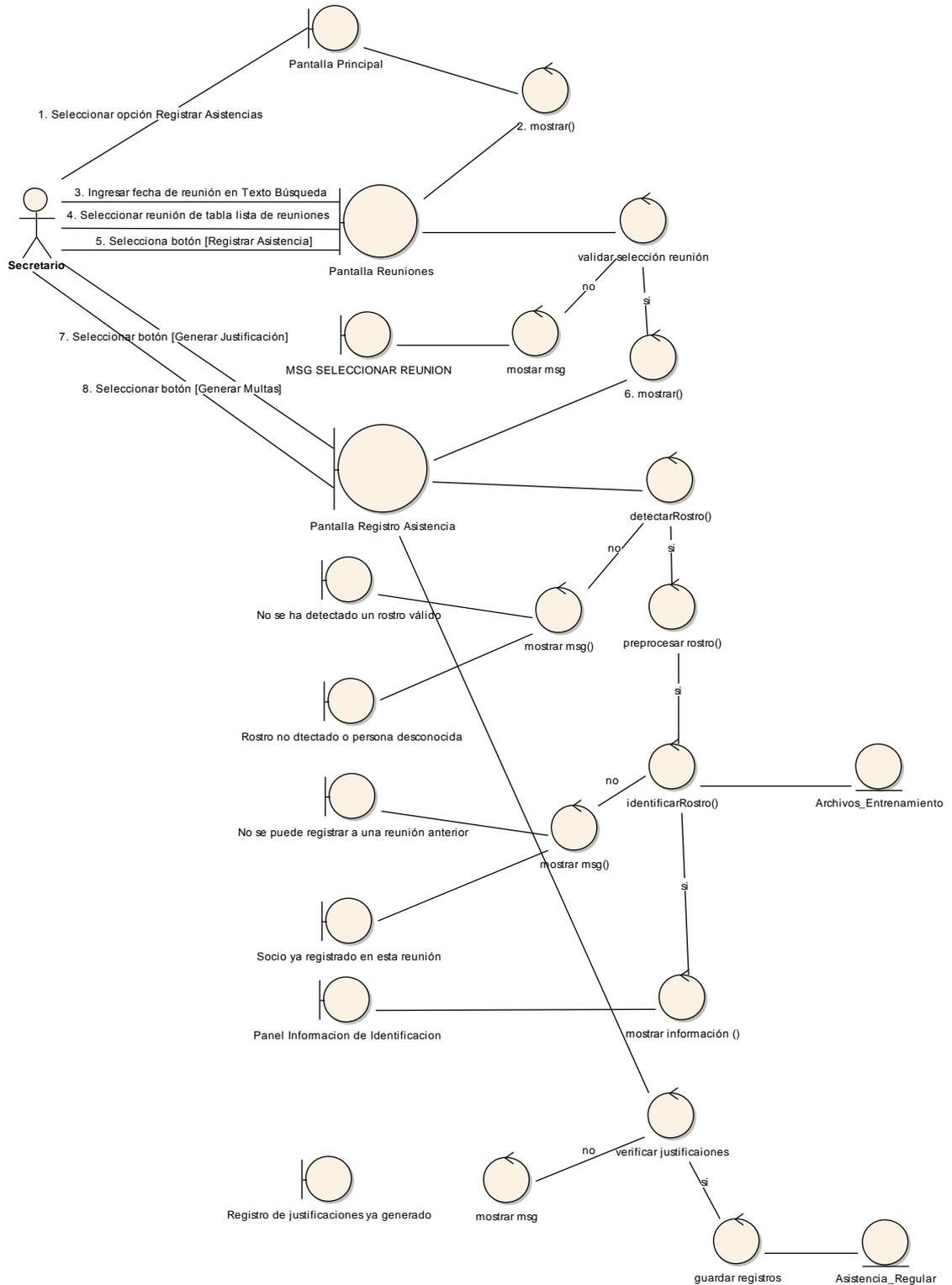


Figura 30. Diagrama de Robustez “Registro de Asistencias”

3.1.7. Caso de Uso: Visualizar Reporte Asistencias

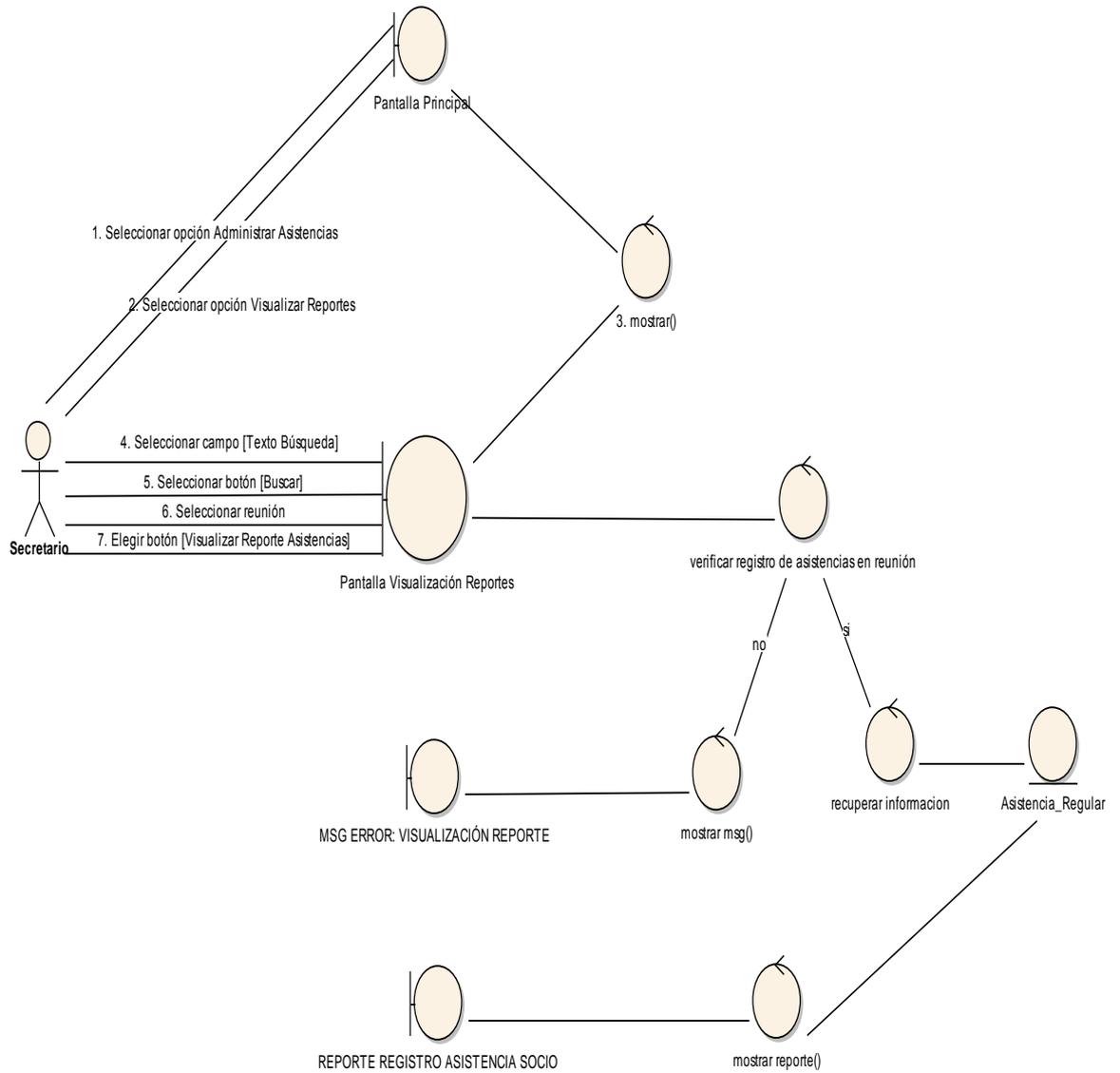


Figura 31. Diagrama de Robustez “Visualizar Reporte Asistencias”

3.1.8. Caso de Uso: Visualizar Reporte Sanción

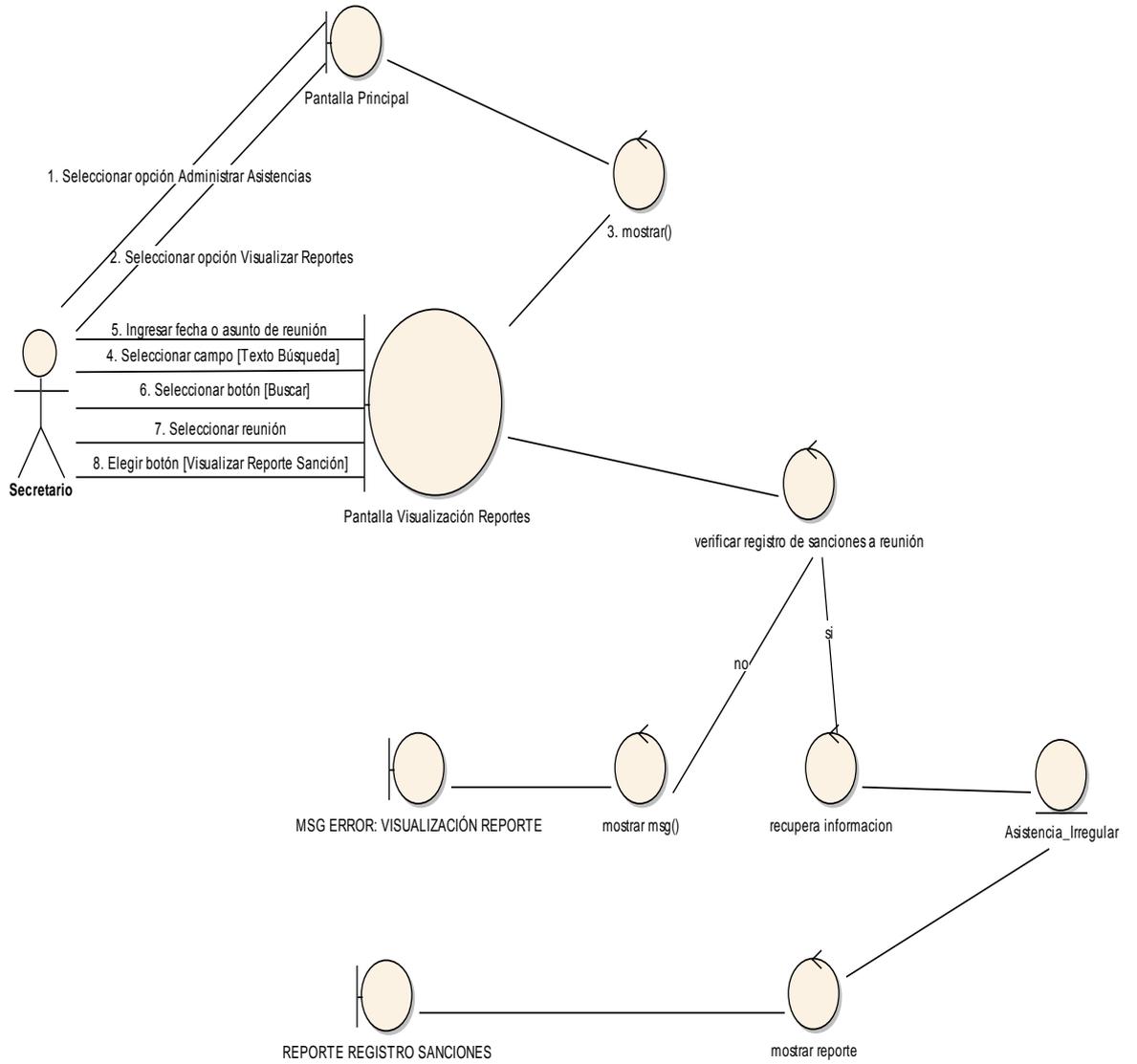


Figura 32. Diagrama de Robustez “Visualizar Reporte Sanción”

4. Diseño

Es aquí en el Diseño en donde se especifica el comportamiento del sistema a través de los diagramas de secuencia.

4.1. Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia muestran cada uno de los métodos que utilizarán cada una de las clases del sistema, además contendrá todos los cursos normales y alternos que podrá tomar el sistema.

4.1.1. Caso de Uso: Administrar Usuario

4.1.1.1. Acceso al Sistema

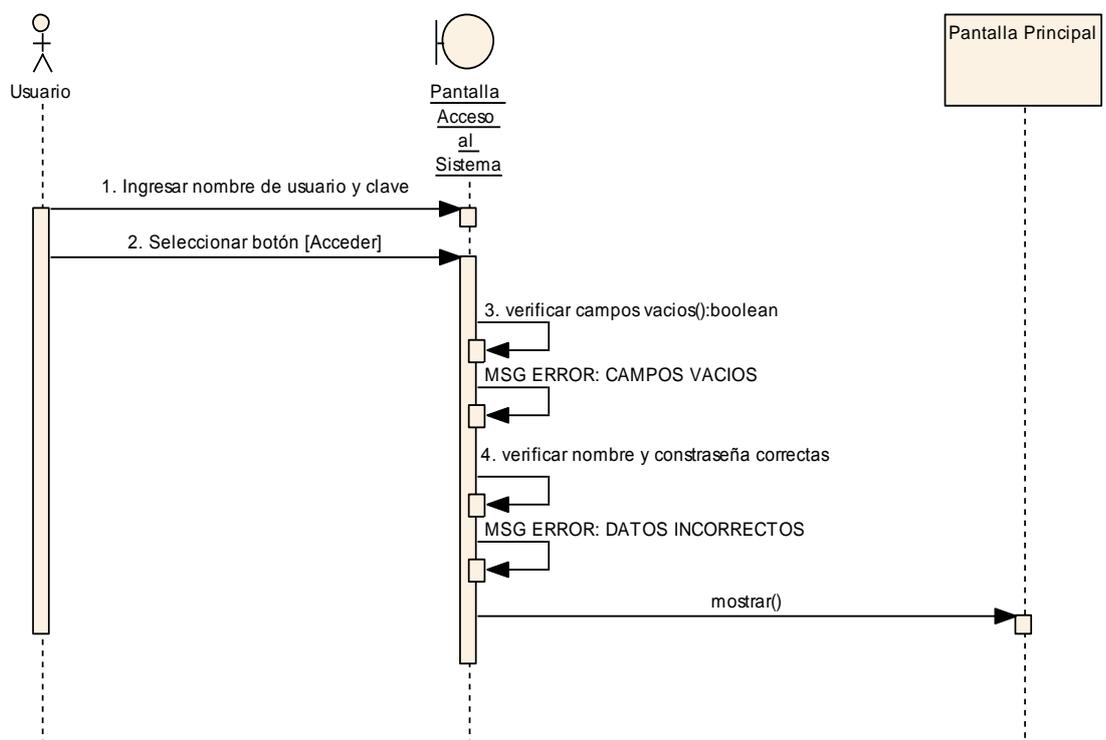


Figura 33. Diagrama de Secuencia "Acceso al Sistema"

4.1.1.2. Creación de Usuario

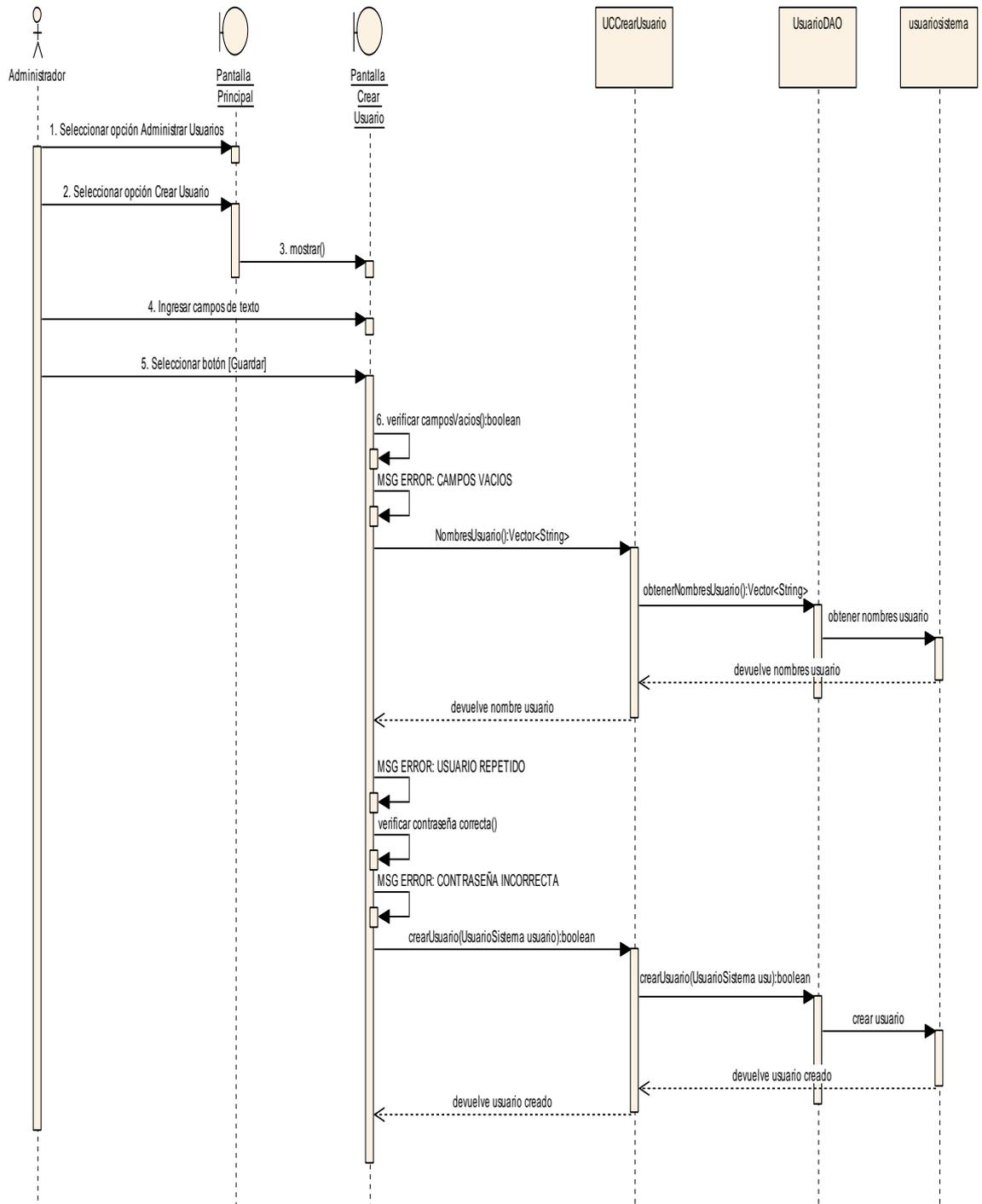


Figura 34. Diagrama de Secuencia “Creación de Usuario”

4.1.1.3. Modificación de Usuario

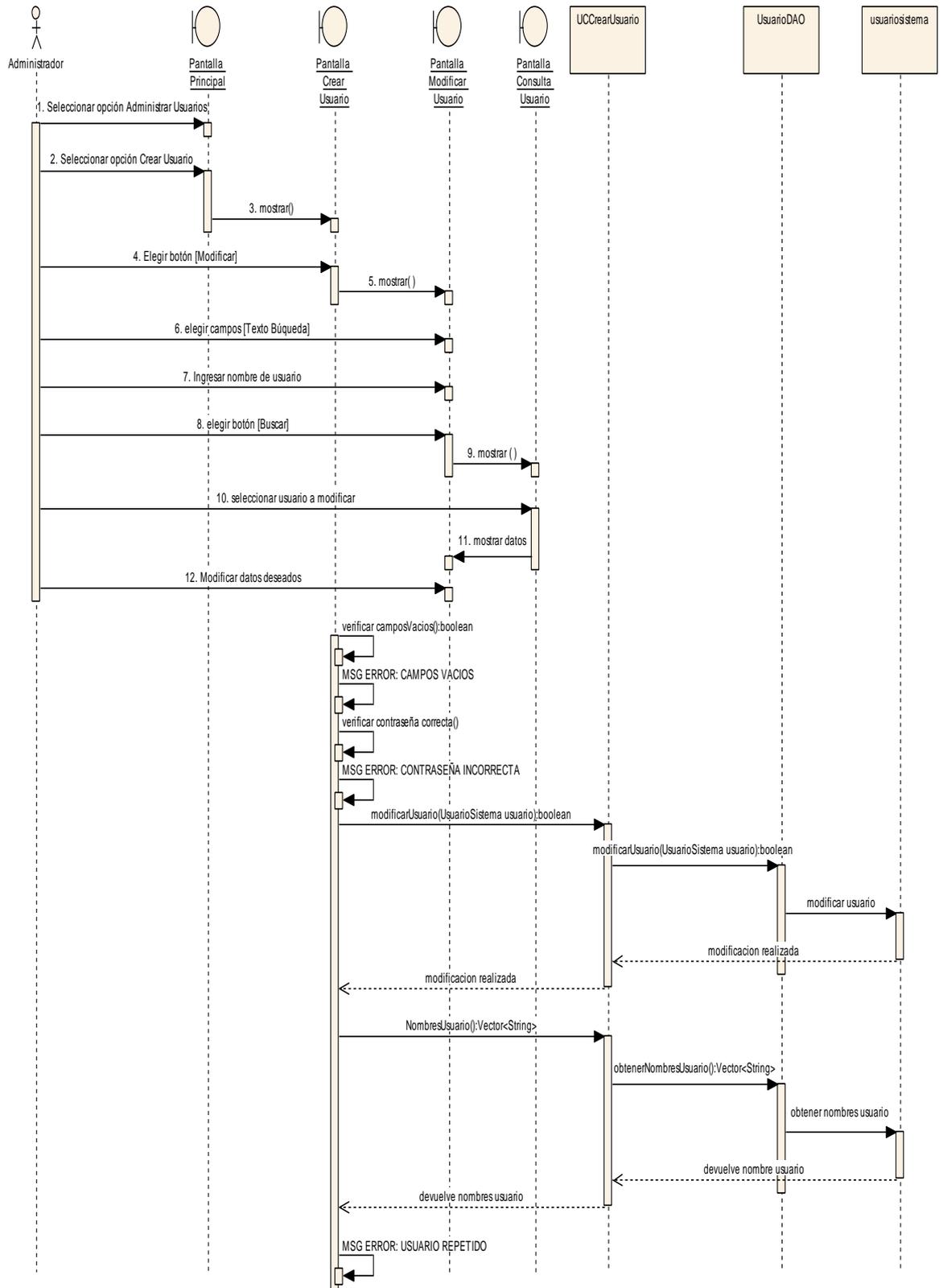


Figura 35. Diagrama de Secuencia “Modificación de Usuario”

4.1.2. Caso de Uso: Administrar Socio

4.1.2.1. Creación de Socio

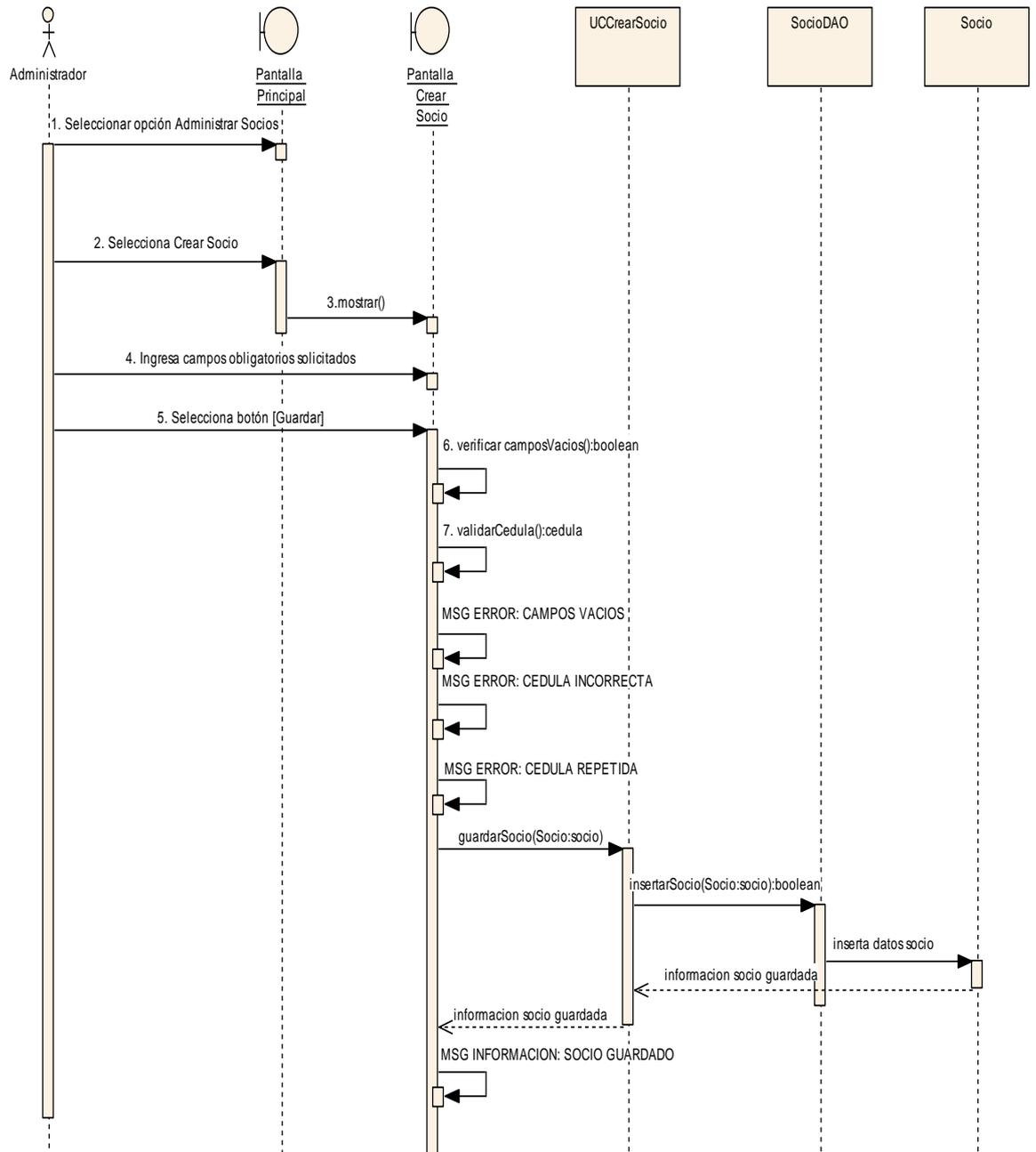


Figura 36. Diagrama de Secuencia “Creación de Socio”

4.1.2.2. Modificación de Socio

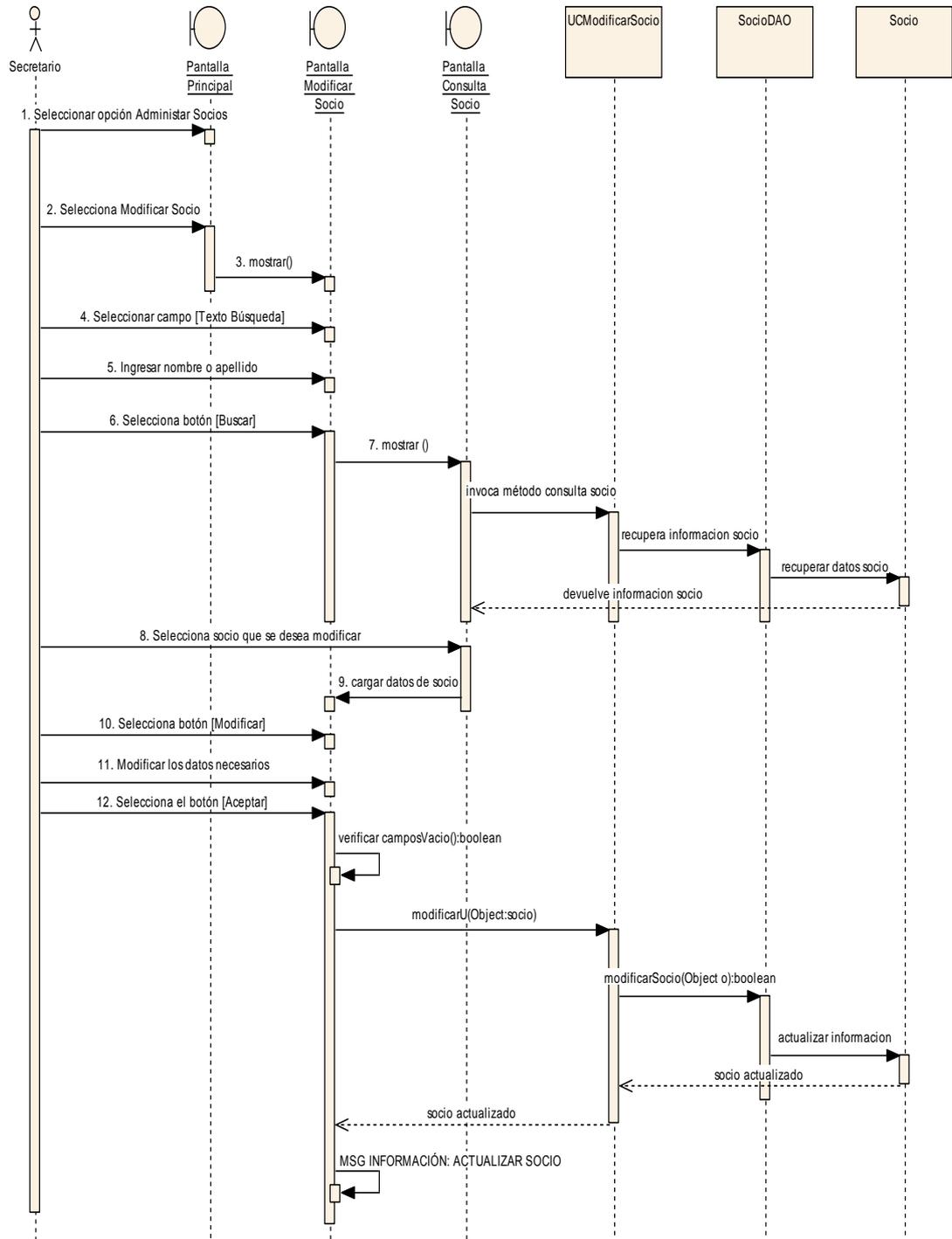


Figura 37. Diagrama de Secuencia “Modificación de Socio”

4.1.2.3. Dar Baja Socio

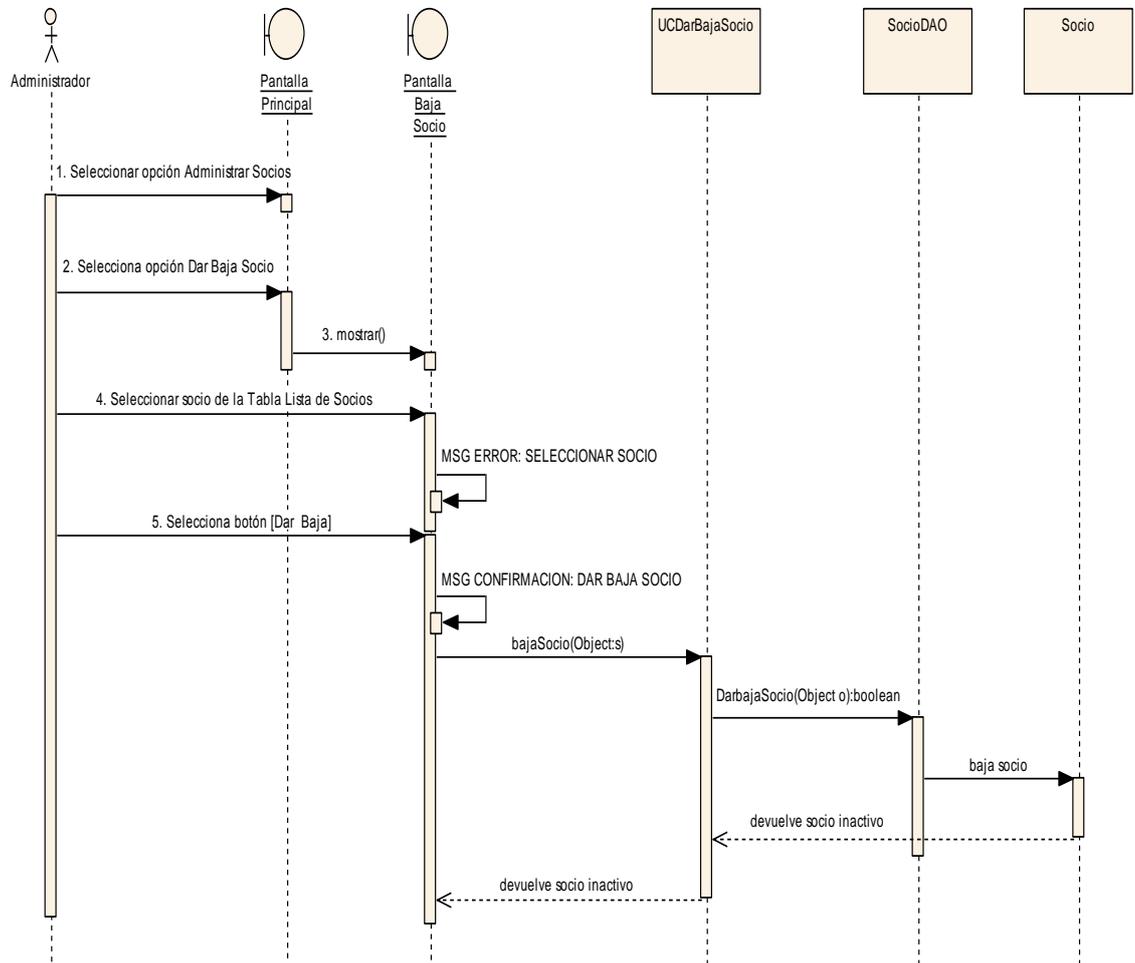


Figura 38. Diagrama de Secuencia "Dar Baja Socio"

4.1.3. Caso de Uso: Administrar Reunión

4.1.3.1. Creación de Reunión

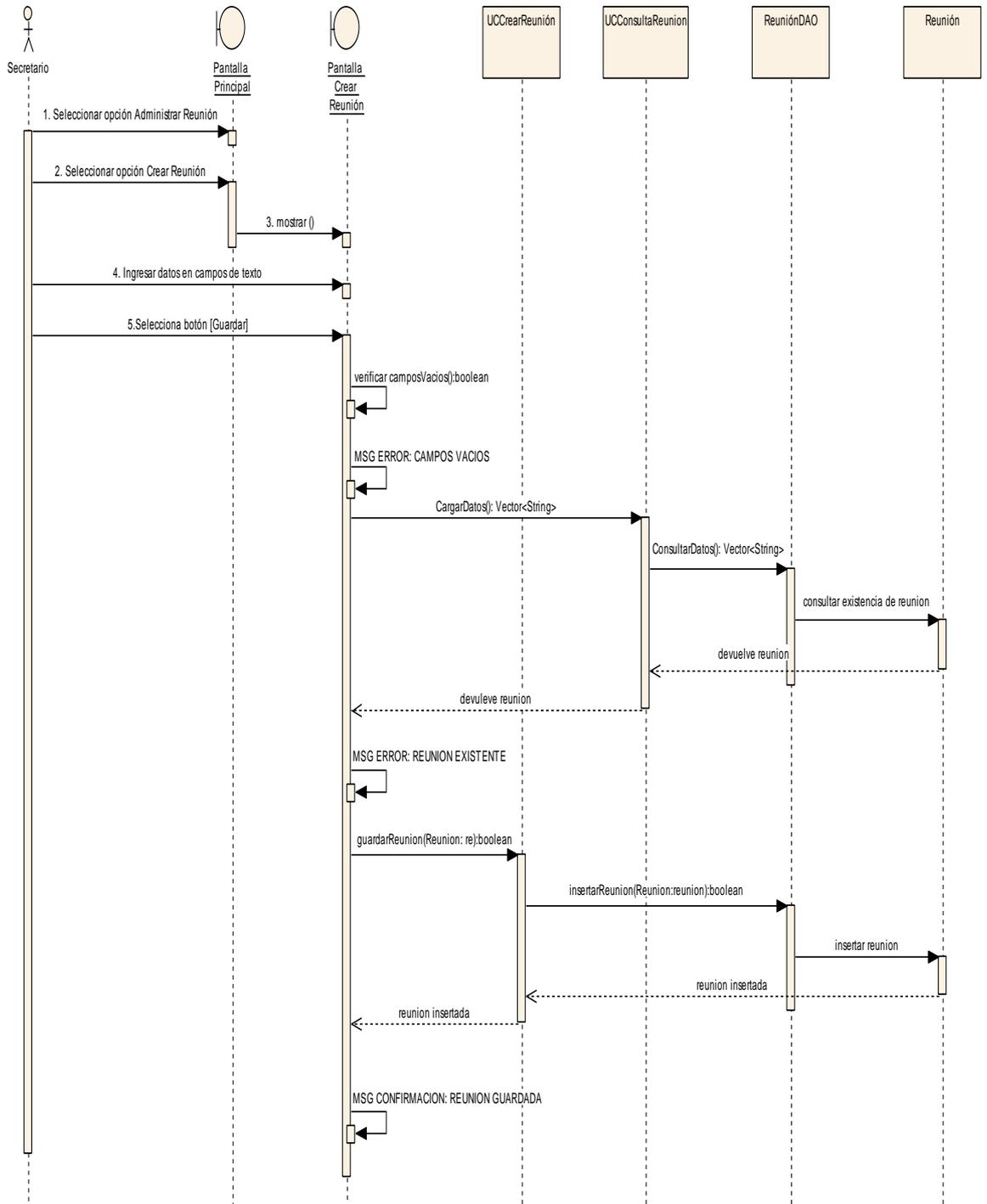


Figura 39. Diagrama de Secuencia “Creación de Reunión”

4.1.3.2. Modificación de Reunión

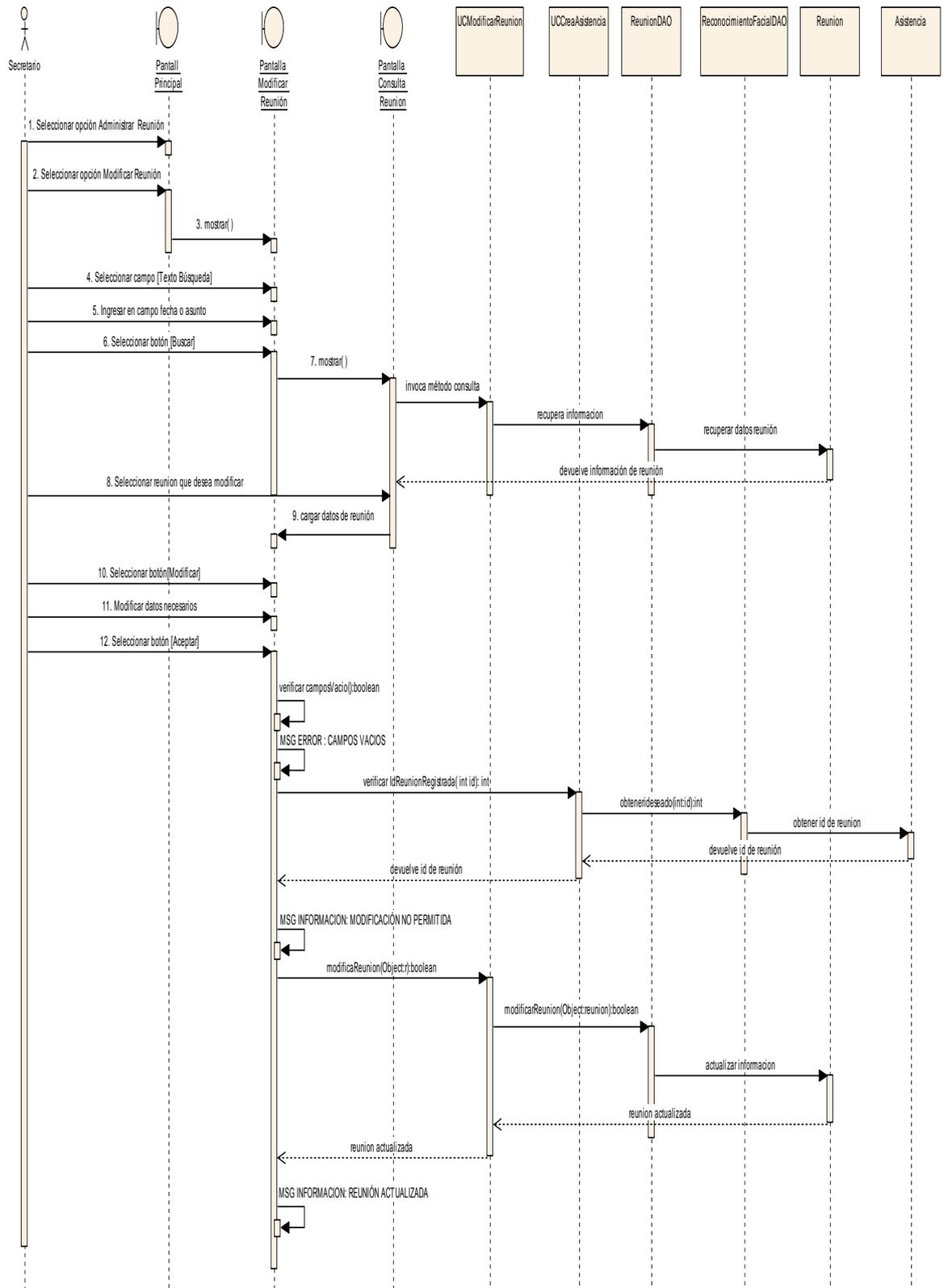


Figura 40. Diagrama de Secuencia “Modificación de Reunión”

4.1.3.3. Dar Baja Reunión

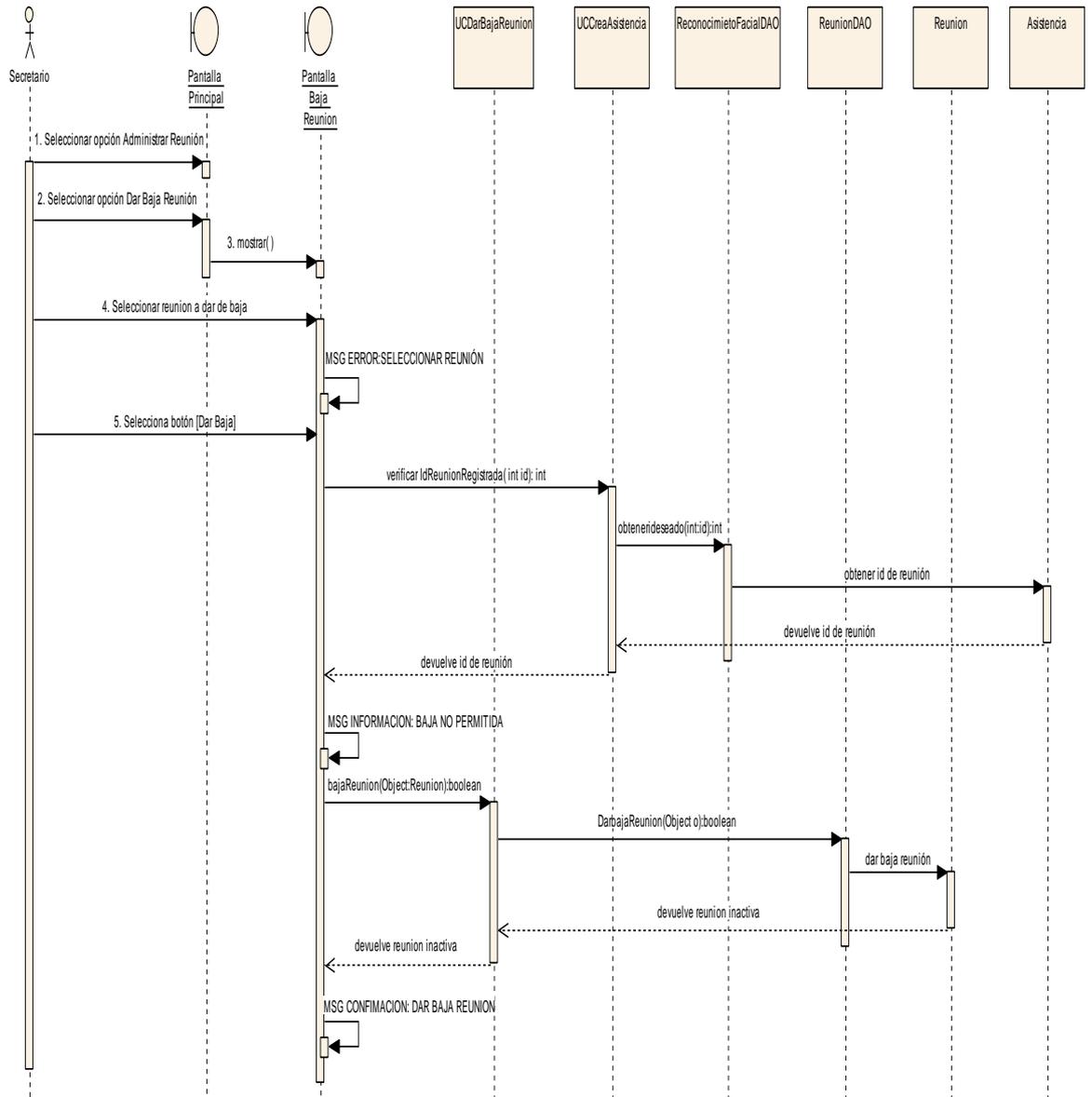


Figura 41. Diagrama de Secuencia “Dar Baja Reunión”

4.1.4. Caso de Uso: Registro de Permiso

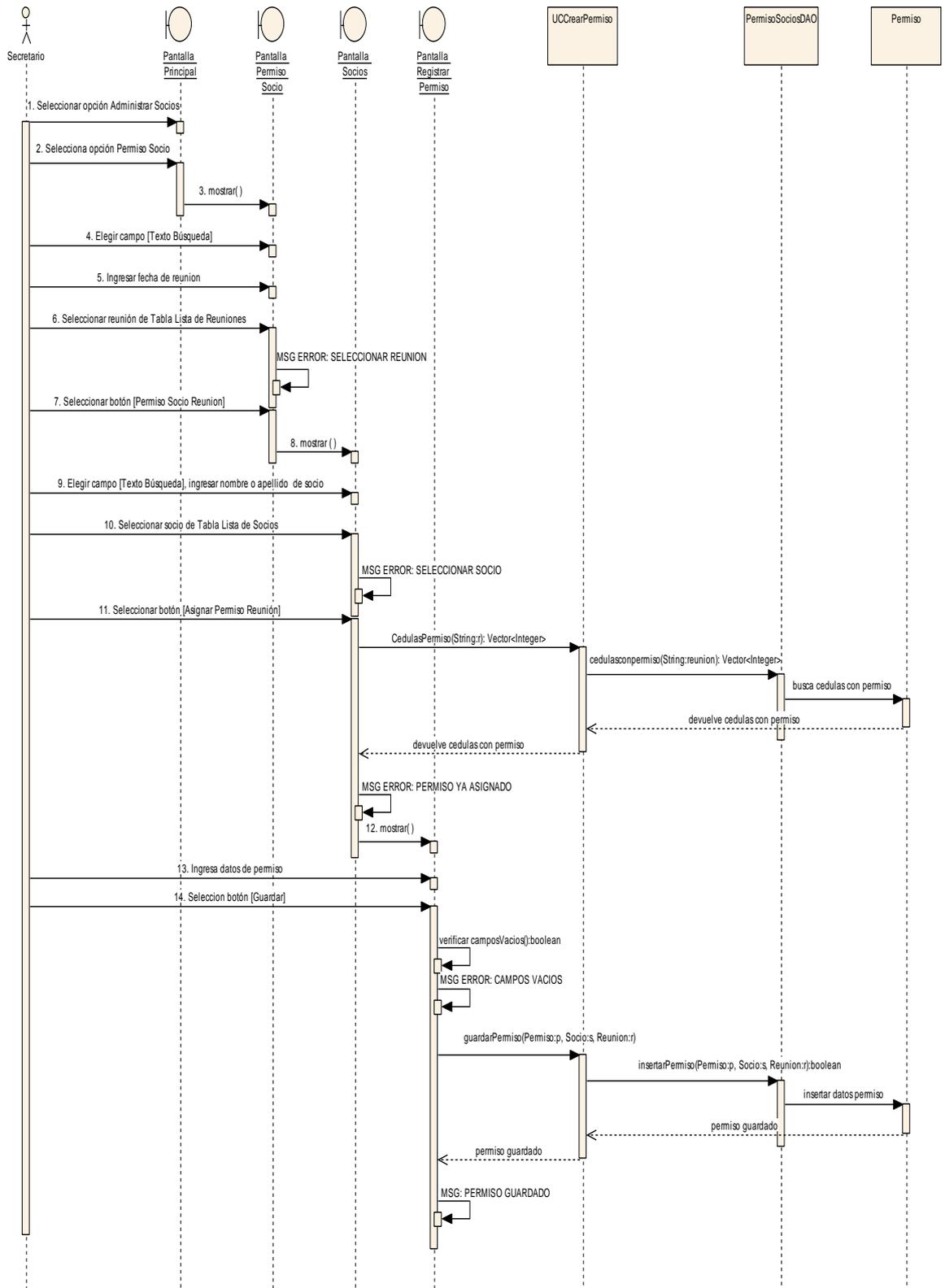


Figura 42. Diagrama de Secuencia “Registro de Permiso”

4.1.5. Caso de Uso: Entrenamiento del sistema

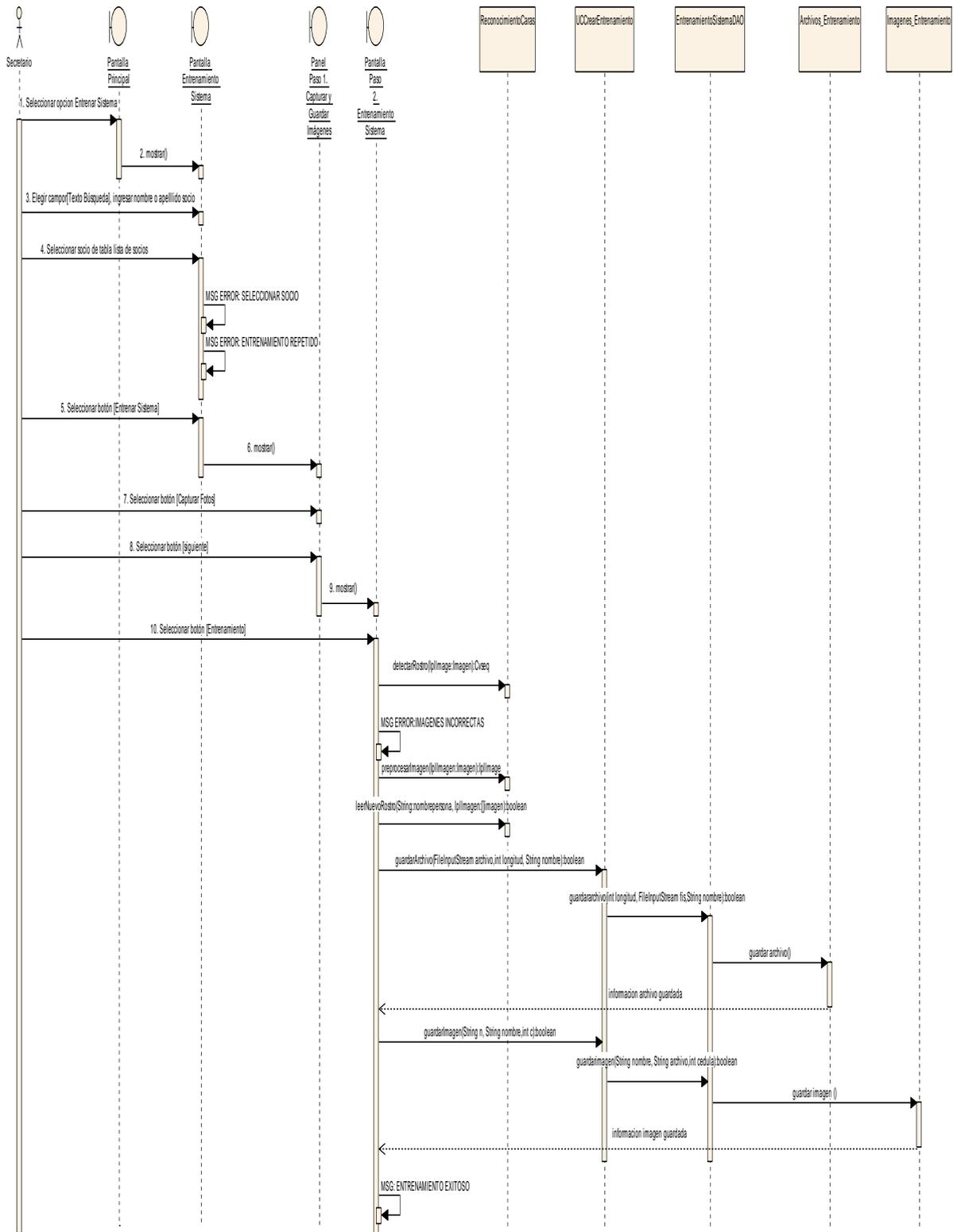


Figura 43. Diagrama de Secuencia “Entrenamiento del Sistema”

4.1.6. Caso de Uso: Registro de Asistencias

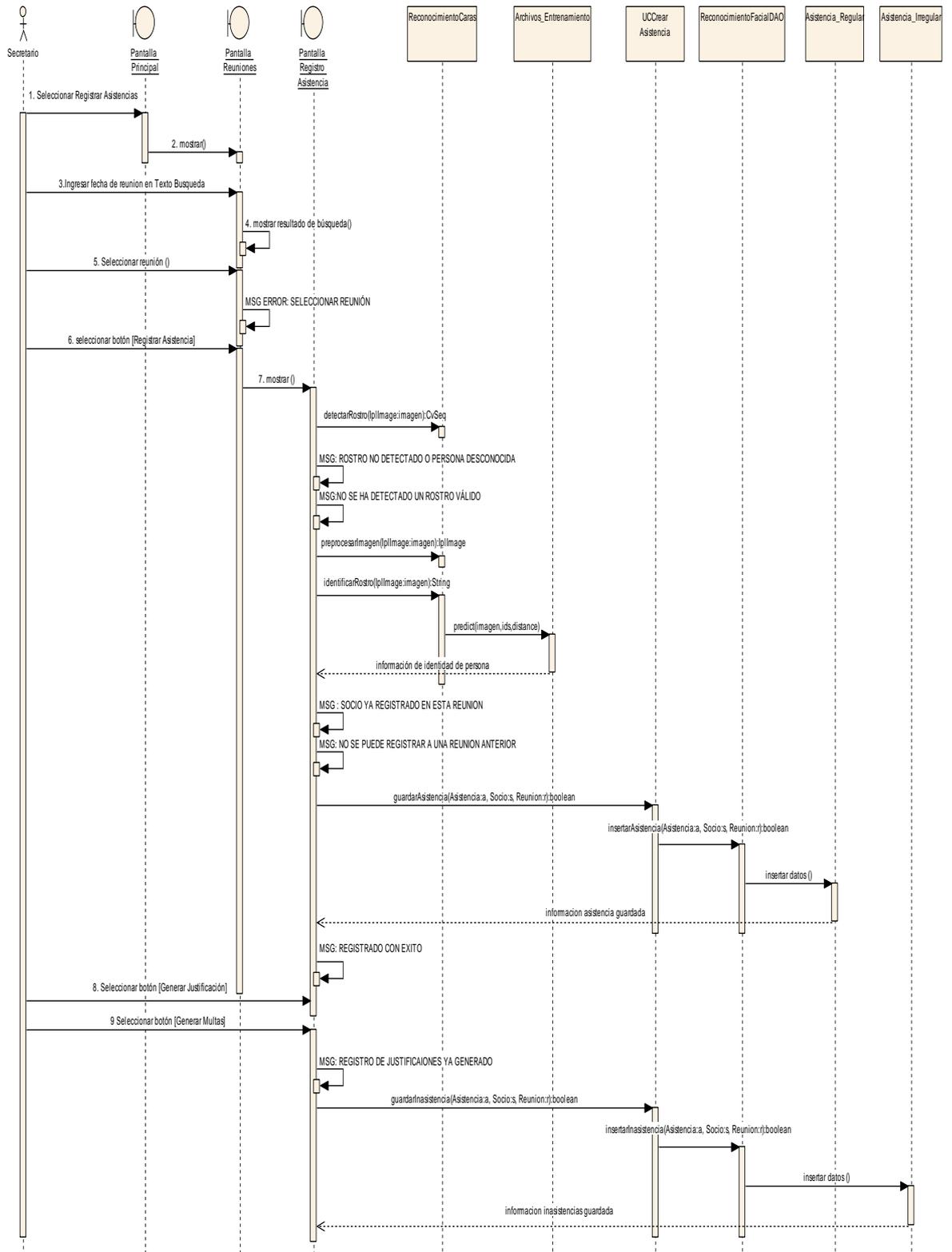


Figura 44. Diagrama de Secuencia “Registro de Asistencias”

4.1.7. Caso de Uso: Visualizar Reporte Asistencias

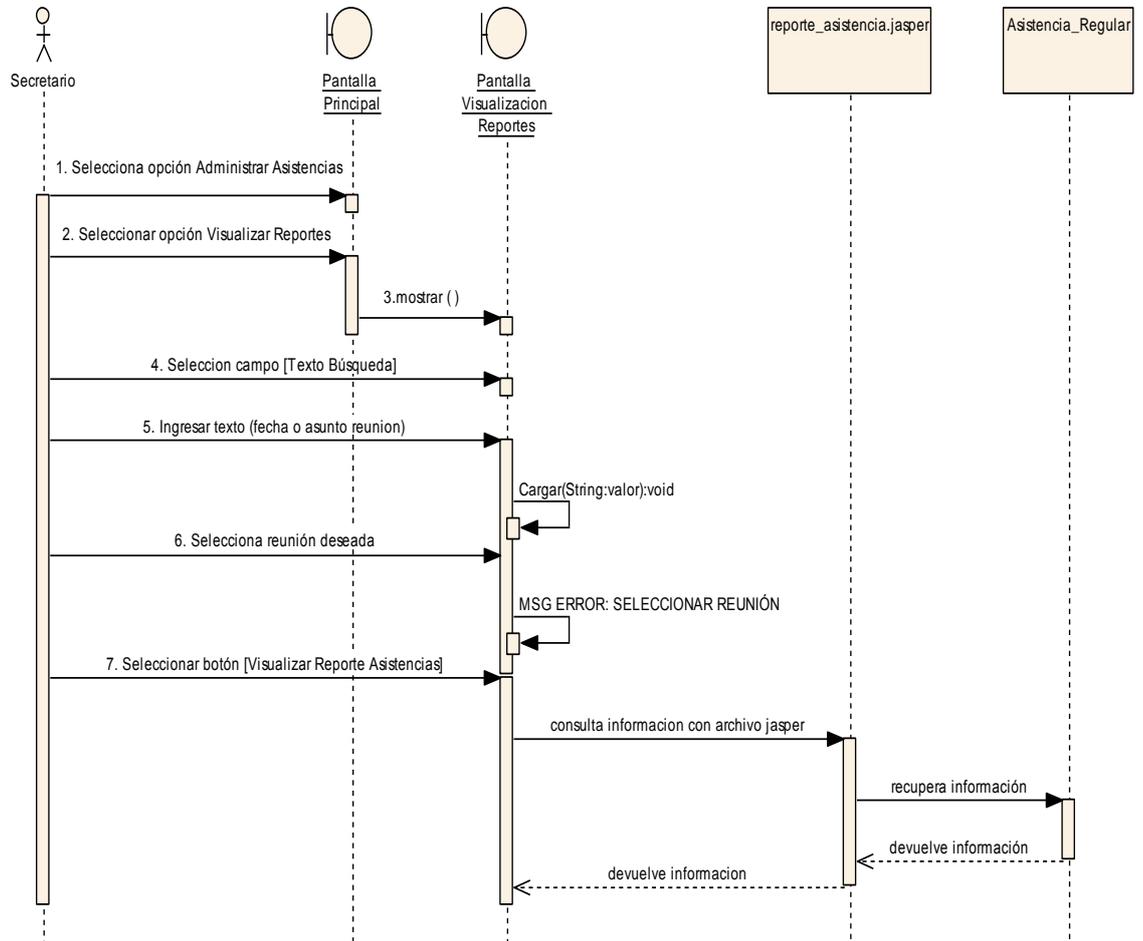


Figura 45. Diagrama de Secuencia “Visualizar Reporte Asistencias”

4.1.8. Caso de Uso: Visualizar Reporte Sanción

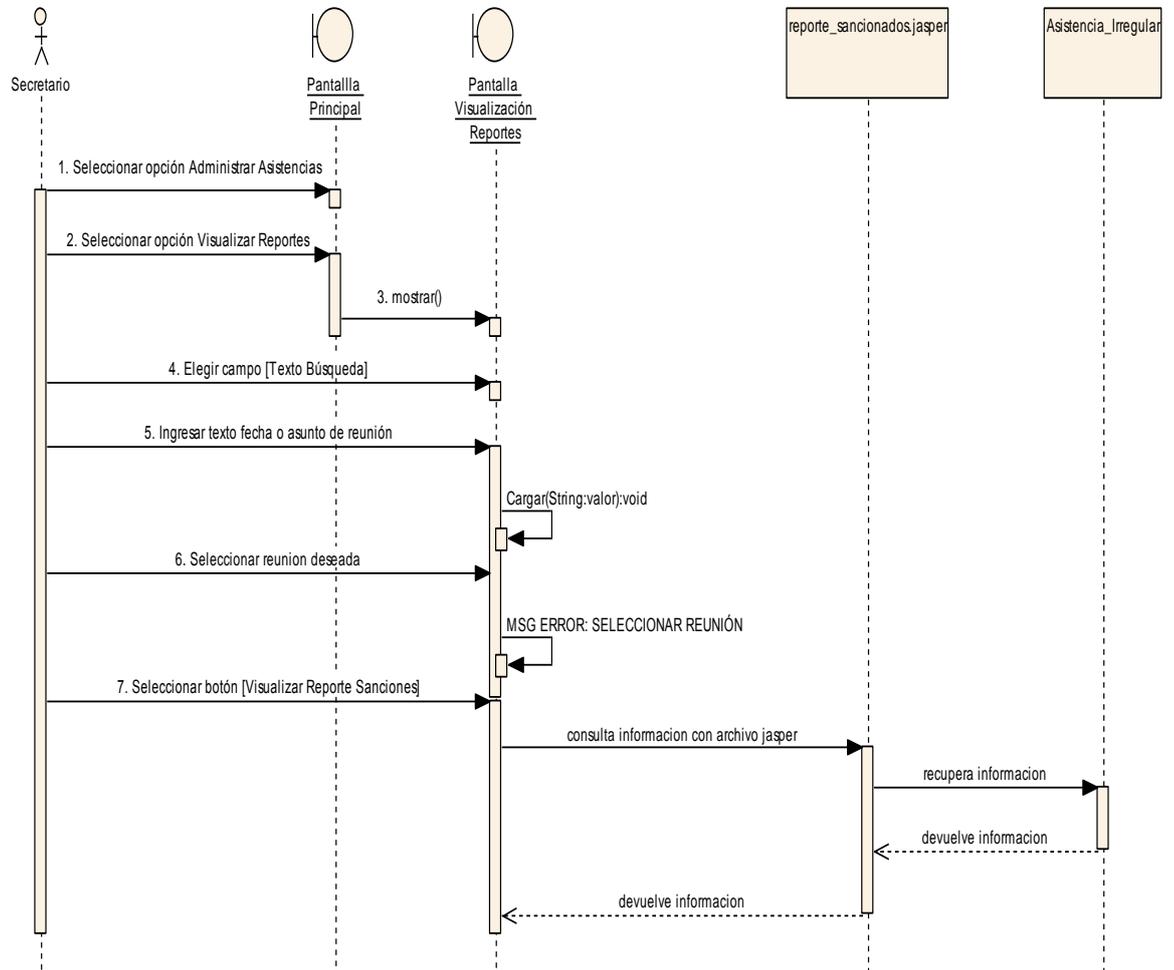


Figura 46. Diagrama de Secuencia “Visualizar Reporte Sanción”

4.2. Modelo de Clases Final

Luego de haber finalizado la representación de la especificación de casos de uso y los diagramas respectivos identificado los atributos, relaciones y métodos se detalla a continuación dicha información en el diagrama de clases final.

Para mayor comprensión se especifica cada uno de los atributos pertenecientes a cada una de las clases identificadas a continuación:

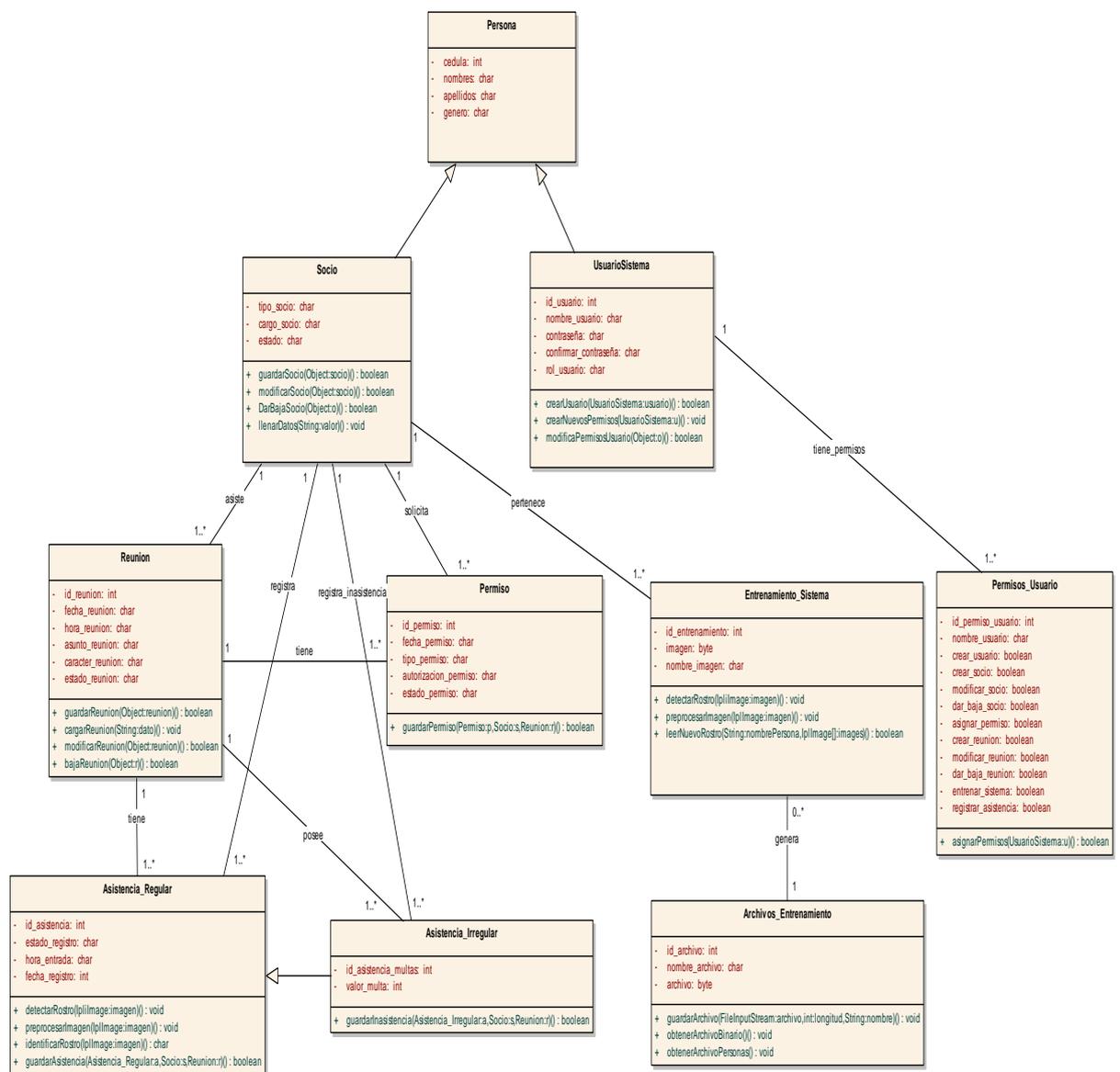


Figura 47. Modelo de Clases Final

4.3. Modelo Físico de Base de Datos

En el modelo de base de datos de la aplicación se muestra básicamente la estructura de la base de datos indicando el tipo de los datos y la forma en la que se relacionan dichas tablas.

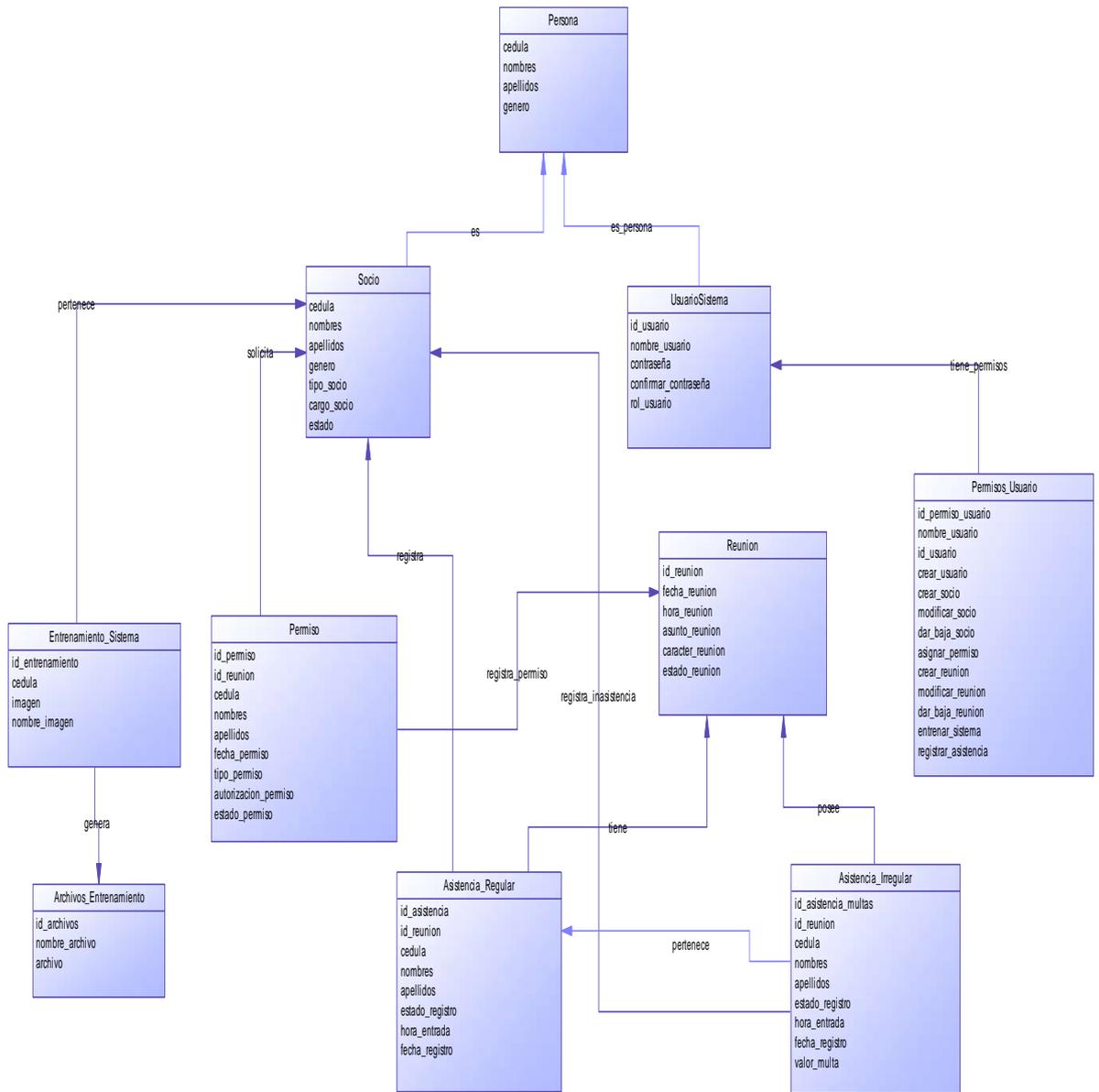


Figura 48. Modelo de Base de Datos

4.4. Diagrama de Componentes

En el diagrama de componentes se representa la forma en la que el sistema está compuesto mostrando cada uno de los componentes de software y además se las dependencias entre dichos componentes.

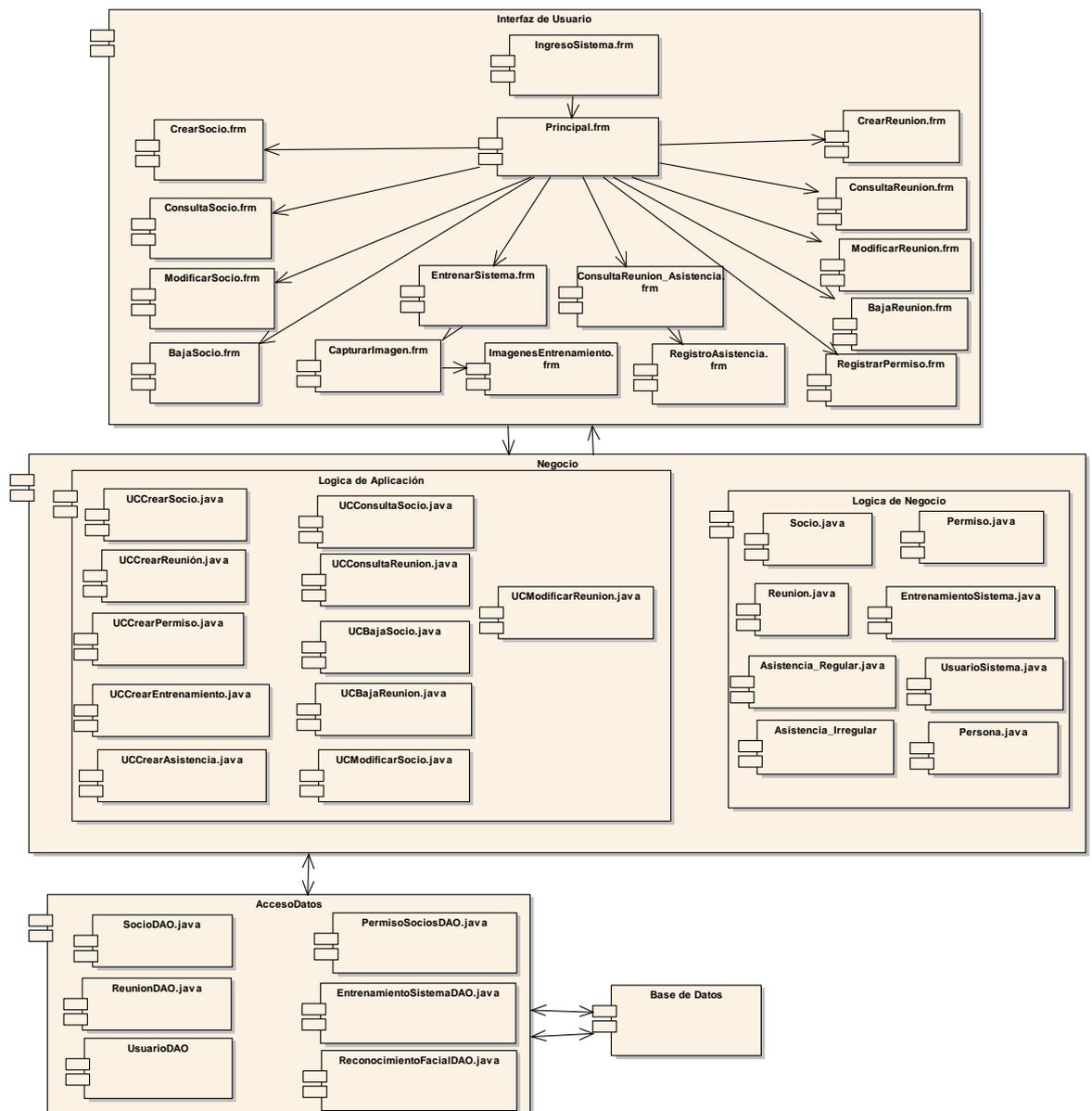


Figura 49. Diagrama de Componentes

4.5. Diagrama de Despliegue

En el diagrama de despliegue se modela la arquitectura del software. Esto muestra los elementos de hardware (nodos) y muestra cómo los elementos y artefactos del software relacionan entre sí.

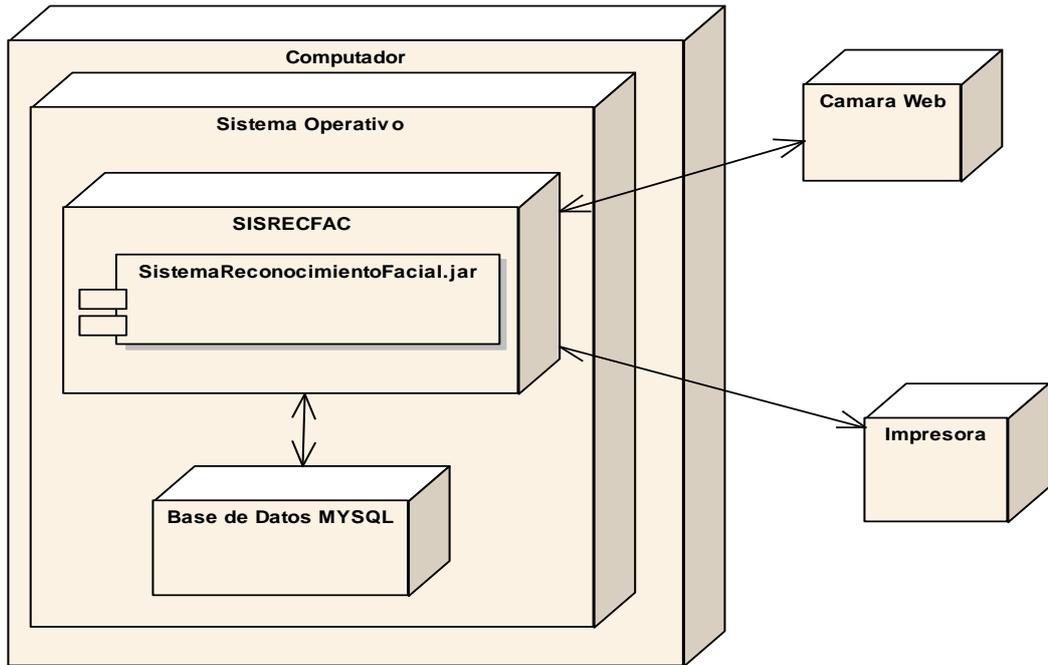


Figura 50. Diagrama de Despliegue

5. Implementación

Para realizar la implementación de la aplicación SISRECFAC se ha utilizado el lenguaje de programación Java con la ayuda del Entorno de Desarrollo Netbeans, y para gestionar los datos de la aplicación se utilizó como base de datos MYSQL. Para más detalle a continuación se detalla las herramientas utilizadas tanto para la implementación como para el diseño del software.

5.1. Herramientas utilizadas en la implementación de software

5.1.1. Netbeans IDE 6.7

Entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para programación Java.

5.1.2. MYSQL 6.0

Gestor de base de datos de la aplicación.

5.1.3. Enterprise Architect 3.6

Plataforma para el modelado, visualización y diseño, basada en el estándar UML.

5.1.4. OpenCV 2.4.6

Biblioteca libre de visión artificial, la misma que permite realizar las tareas de detección e identificación de rostros.

5.1.5. JavaCV 2.4.6

Contenedor que permite acceder a las funciones nativas de OpenCV.

5.2. Segmentos de código de la implementación del software

Para poder tener idea de la sintaxis que maneja la librería JavaCV en conjunto con OpenCV, se muestra extractos de código implementados, estos métodos básicamente son los que permiten realizar las tareas de pre-procesado de una imagen, detección e identificación de un rostro presente en una imagen.

5.2.1. Método para la Detección de un Rostro

El método **detectarRostro**(IplImage imagen), recibe como parámetro una imagen de entrada en la cual se logra detecta un rostro, cuya implementación se muestra a continuación:

```
public CvSeq detectarRostro(IplImage imagen) {
    CvSeq rostros = null;
    try {

        IplImage imagenGris = IplImage.create(imagen.width(), imagen.height(), IPL_DEPTH_8U, 1);
        cvCvtColor(imagen, imagenGris, CV_BGR2GRAY);
        CvMemStorage almacenar = CvMemStorage.create();
        rostros = cvHaarDetectObjects(imagenGris, cascade, almacenar, 1.1, 1, 0);

    } catch (NullPointerException e) {}

    return rostros;
}
```

Figura 51. Método detectarRostro

5.2.2. Método para pre-procesar una Imagen

El método **preprocesarImagen**(IplImage image, CvRect r), permite controlar el problema de iluminación mediante la ecualización de histograma, además permite fijar una región de interés en la imagen de entrada recibida, dicho método también permite convertir la imagen en escala de grises y redimensionar la imagen de acuerdo a la región de interés fijada.

```
public IplImage preprocesarImagen(IplImage image, CvRect r){
    IplImage imagen = cvCreateImage(cvGetSize(image), IPL_DEPTH_8U, 1);
    IplImage region_interes = cvCreateImage(cvGetSize(image), IPL_DEPTH_8U, 1);
    CvRect r1 = new CvRect(r.x()-5, r.y()-5, r.width()+5, r.height()+5);
    cvCvtColor(image, imagen, CV_BGR2GRAY);
    cvSetImageROI(imagen, r1);
    cvResize(imagen, region_interes, CV_INTER_LINEAR);
    cvEqualizeHist(region_interes, region_interes);
    return region_interes;
}
```

Figura 52. Método procesarImagen

5.2.3. Método para la Identificación de un rostro

El método **identificarRostro**(IplImage image), permite identificar el rostro de la persona en la imagen que recibe, devolviendo de esta forma el nombre de la persona identificada.

```

public String identificarRostro(IplImage image) {
    String nombrePersona = "";
    Set keys = mapDatos.keySet();

    if (keys.size() > 0) {
        int[] ids = new int[1];
        double[] distancia = new double[1];
        int result = -1;

        fr_binary.predict(image, ids, distancia);
        result = ids[0];

        if (result > -1 && distancia[0] < nivelConfianza) {
            nombrePersona = (String) mapDatos.get(result);
        }
    }

    return nombrePersona;
}

```

Figura 53. Método identificarRostro

5.2.3. Método para Extraer Características mediante algoritmo LBPH

El método createLBPHFaceRecognizer() nos devolverá un objeto de tipo FaceRecognizer que implementa el algoritmo LBPH.

```

public void crearModelo() {
    fr_binary = createLBPHFaceRecognizer(1, 8, 8, 8, umbral);
}

```

Figura 54. Método createLBPHFaceRecognizer

5.2.4. Variable que carga Clasificador Haar de OpenCV

Mediante la definición de la variable clasificador se logra cargar el clasificador haarcascade_frontalface_alt_tree.xml, el cual viene implementado en la librería OpenCV listo para ser utilizado, el mismo que viene entrenado para realizar la detección de rostros en una imagen.

```

private static final String clasificador = "C:\\Users\\usuario\\Desktop\\opencv\\data\\haarcascades\\haarcascade_frontalface_alt_tree.xml";
final CvHaarClassifierCascade cascada = new CvHaarClassifierCascade(cvLoad(clasificador));

```

Figura 55. Clasificador Haar haarcascade_frontalface_alt_tree.xml

5.3. Instalación y Configuración de OpenCV en Windows

Debido a que OpenCV y JavaCV son las librerías más importantes en el desarrollo de la aplicación se muestra a continuación su instalación y configuración.

Para instalar OpenCV en Windows se requiere haber descargado la librería de su página oficial <http://opencv.org/>, luego seleccionamos la versión más reciente en este caso es la versión 2.4.6 para luego proceder a su correcta instalación se procede a seguir los siguientes pasos: Una vez descargada la librería, la ejecutamos como administrador. Al ejecutar OpenCV nos pide únicamente elegir la carpeta donde deseamos que se instale la librería, en este caso elegimos el disco C: /

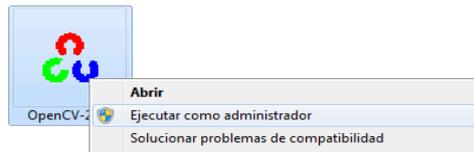


Figura 56. Ejecución de librería OpenCV

Luego se mostrará la siguiente ventana para extraer los archivos. Se recomienda que ruta de extracción sea **C:**, presionamos el botón Extract.

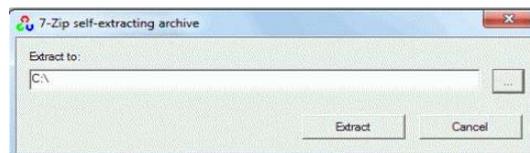


Figura 57. Extracción de OpenCV

Como se eligió C: / ahora la librería se ha instalado en C:/opencv

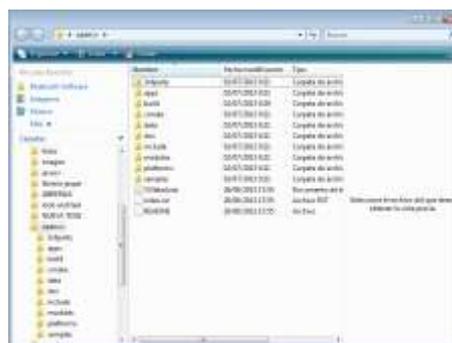


Figura 58. Archivos de OpenCV

Luego de finalizada la extracción, es necesario indicar al sistema donde se alojan las dll's necesarias de la librería OpenCV para que los programas desarrollados puedan encontrarlas, por lo que se procede a editar las variables de entorno del sistema de la siguiendo los siguientes pasos:

- ❖ Clic en Inicio- Equipo- Propiedades- Configuración avanzada del sistema

- ❖ Haga clic en variables de entorno, en variables del sistema, busque PATH y haga clic en él.
- ❖ En la ventana Editar, modifique PATH agregando la ubicación de la clase al valor de PATH. Al final del valor de la variable añadiremos las siguientes rutas separadas por ";", de la siguiente manera ;C:\opencv;C:\opencv\build;

Luego de haber editado el PATH procedemos a reiniciar el equipo.

5.4. Instalar OpenCV para Java

Una vez que tenemos nuestro proyecto creado correctamente en el IDE de nuestra preferencia en este caso Netbeans, debemos agregar los archivos jar que contiene la librería OpenCV, el cual podemos encontrar en el directorio de instalación C:\opencv\build\java con el nombre de opencv-246.jar, el numero 246 puede variar según la versión de OpenCV. Para agregar la librería hacemos lo siguiente:

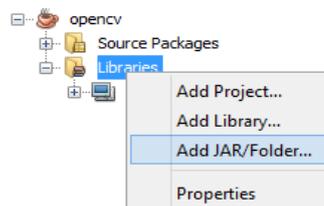


Figura 59. Agregar librería a un proyecto en Java

Buscamos la librería opencv-246.jar



Figura 60. Librería opencv-246.jar

Luego de que se ha agregado correctamente el jar en la aplicación deseada procedemos a agregar la dll opencv_java246.dll que se encuentra en la carpeta x86 para plataformas de 32 bits o x64 para 64 bits. Lo más sencillo que podemos hacer es copiar la dll y pegarla en el directorio raíz de nuestro proyecto.

Una vez realizado todo este proceso ya podemos utilizar la librería OpenCV, pero como esta librería originalmente fue desarrollado en lenguaje C, lo más recomendable para utilizarla conjuntamente con Java es utilizar la librería JavaCV, la cual se la puede descargar de su sitio oficial, la misma que al ser agregada al proyecto permitirá utilizar las funciones requeridas de OpenCV.

Luego de haber culminado la implementación del sistema de control de asistencia, a continuación se presenta la pantalla principal del mismo en el cual se puede visualizar todas sus funcionalidades.



Figura 61. Pantalla Final del sistema SISRECFAC

6. Pruebas

Luego de haber finalizado la implementación de la aplicación SISRECFAC, se procedió a realizar las pruebas respectivas las cuales permitieron verificar que todos los requerimientos propuestos inicialmente se hayan implementado correctamente e identificar y asegurar que los defectos encontrados se han corregido adecuadamente.

6.1. Resultados de detección de rostros con cambios de luminosidad

Al momento de implementar un sistema de reconocimiento en tiempo real, se pueden presentar varios inconvenientes. En donde uno de los problemas más importante es la variación de iluminación.

Es así que una vez que un rostro es localizado en una imagen, este recibe un pre-procesamiento antes de ingresar a la etapa de reconocimiento con el objetivo de reducir el efecto de diferentes condiciones de iluminación. Como primer paso la imagen es mejorada mediante la ecualización de su histograma. Por lo que se ha implementado un método para controlar el problema de iluminación mediante el preprocesado de la imagen el mismo que permite la ecualización de histograma, en este caso el método de ecualización de histograma ha sido el implementado mediante OpenCV, utilizando la función `cvEqualizeHist`, con los parámetros predeterminados, aplicando el método `preprocesarImagen` (Figura 62) sobre las imágenes de entrada.

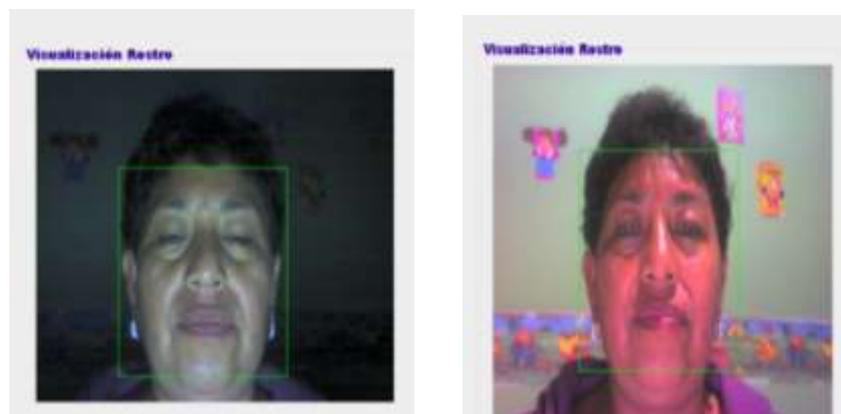




Figura 62: Detección de rostro e Identificación (variación de iluminación)

Aplicando este método se logra mejorar la condición de iluminación de las imágenes de entrada de la aplicación, sin embargo es necesario mencionar que las condiciones de iluminación no pueden ser controladas en su totalidad a menos que estas sean obtenidas en condiciones controladas.

6.2. Resultados del proceso de pre-procesamiento sobre una imagen

Tomando la imagen del rostro de entrada, se busca eliminar los falsos positivos retornados por el detector de rostros. Para ello se utiliza el método de detección propuesto por Viola y Jones, específicamente el clasificador entrenado para buscar rostros en la imagen. Una vez que el clasificador detecta un rostro retorna sus coordenadas relativas a la imagen, enmarcándolas en un recuadro, para posteriormente ecualizarlas, convertirlas a escala de grises y finalmente recortando el área de interés, los resultados del proceso aplicado sobre ciertas imágenes se muestran a continuación:



Figura 63. Resultado de imágenes pre-procesadas

6.3. Rendimiento de Algoritmos de Extracción de Características

Los métodos probados para extracción de características debido a que son muy rápidas, serán EigenFaces y FisherFaces y LBPH dichos métodos vienen implementados en OpenCV. Lo que se hará será comparar la imagen entrante contra el conjunto resultante de plantillas previamente generadas.

- ❖ **EigenFaces:** Obtiene los componentes principales (eigenfaces o autovectores) de la matriz de covarianzas formada por las imágenes de la base de datos y la imagen de entrada. Se comparan las distancias entre el vector de la imagen original con el resto. Si el resultado es menor que un umbral previamente fijado, se habrá reconocido la cara positivamente, una de las desventajas que presenta este método son los malos resultados ante condiciones adversas (iluminación, posición y orientación) y/o pocas imágenes de entrenamiento [13] [14].

- ❖ **FisherFaces:** Derivado de Eigenfaces, suaviza el problema de cambios de posturas, deformaciones de la cara, o la luz. Utiliza LDA (Análisis Discriminante Lineal), cuya finalidad es describir las diferencias entre g grupos de objetos sobre los que se observan variables, además suaviza el problema de cambios de posturas o luz y deformaciones de la cara. Se comporta mejor que EigenFaces cuando el número de poses es menor.

- ❖ **LBPH:** se basa en la extracción de características locales a partir de imágenes. La idea es no mirar a toda la imagen como un vector de alta dimensión, sino sólo describir las características locales de un objeto. La idea básica de patrones binarios locales es resumir la estructura local de una imagen mediante la comparación de cada píxel con su vecindario. Toma un píxel como centro y el umbral de sus vecinos en contra, si la intensidad del píxel central es mayor o igual a su vecino, se denota con 1 y 0 si no.

Para determinar la eficiencia y rendimiento de los algoritmos de reconocimiento más utilizados e implementados en OpenCV se muestra a continuación el rendimiento de estos.

Se realizó una prueba con 7 usuarios registrados y 15 muestras por usuarios. A continuación se muestra, el resultado obtenido de las pruebas realizadas al sistema implementado.

TABLA LIII. COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS DE AGORITMOS DE RECONOCIMIENTO

Método	Número de muestras	Tiempo de acierto	Reconocimientos correctos	Reconocimientos incorrectos
EigenFaces	15*	15ms	9	6
FisherFaces	15*	12ms	11	4
LBPH	15*	10ms	13	2

*Imágenes obtenidas desde la cámara web en tiempo real.

Luego de haber experimentado con el desempeño de cada uno de los métodos de extracción de características se concluye que el método que ofrece mejores resultados en tiempo real es LBPH [15] utilizado en la implementación del sistema, debido a que permite obtener buenos resultados con variaciones de iluminación, a continuación se muestra los vectores de coeficientes; es decir la extracción de característica de una imagen de entrada.

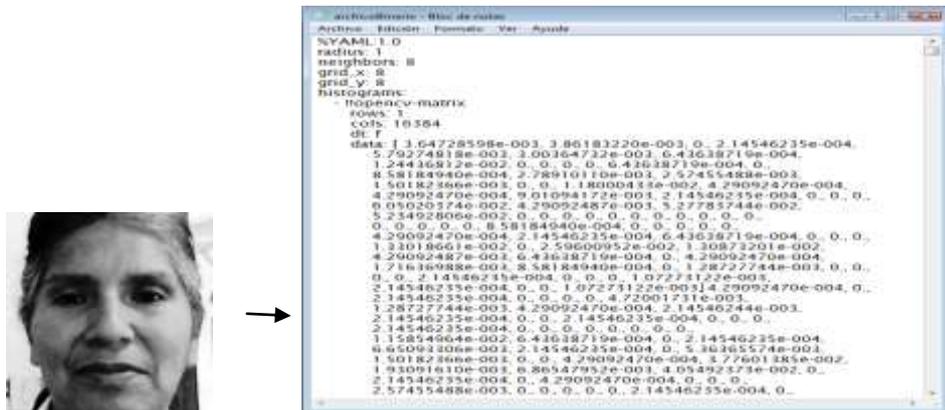


Figura 64. Extracción de Características mediante LBPH

6.4. Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias se las realizaron a cada uno de los componentes que forman parte de la aplicación, verificando así la funcionalidad y estructura de cada componente del sistema una vez que ha sido codificado.

Para realizar las pruebas unitarias se utilizó JUnit el cual es un framework que permite realizar la ejecución de clases java de manera controlada, para poder evaluar si el funcionamiento de cada uno de los métodos de la clase se comporta como se espera. Es decir, en función de algún valor de entrada se evalúa el valor devuelto esperado; si la clase cumple con la especificación, entonces JUnit devolverá que el método de la clase pasó exitosamente la prueba; en caso de que el valor esperado sea diferente al que regresó el método durante la ejecución, JUnit devolverá un fallo en el método correspondiente. A continuación, se muestra la manera en la que se realizaron dichas pruebas. Como por ejemplo, la clase ComprobarCedula.java, la cual contiene un método llamado validarCedula (String cedula) el mismo que recibe como parámetro una cadena (cédula) y devuelve true si la cédula es válida o un mensaje de error de cédula invalida en caso de que la cédula ingresada sea incorrecta.



```
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100  
101  
102  
103  
104  
105  
106  
107  
108  
109  
110  
111  
112  
113  
114  
115  
116  
117  
118  
119  
120  
121  
122  
123  
124  
125  
126  
127  
128  
129  
130  
131  
132  
133  
134  
135  
136  
137  
138  
139  
140  
141  
142  
143  
144  
145  
146  
147  
148  
149  
150  
151  
152  
153  
154  
155  
156  
157  
158  
159  
160  
161  
162  
163  
164  
165  
166  
167  
168  
169  
170  
171  
172  
173  
174  
175  
176  
177  
178  
179  
180  
181  
182  
183  
184  
185  
186  
187  
188  
189  
190  
191  
192  
193  
194  
195  
196  
197  
198  
199  
200  
201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240  
241  
242  
243  
244  
245  
246  
247  
248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256  
257  
258  
259  
260  
261  
262  
263  
264  
265  
266  
267  
268  
269  
270  
271  
272  
273  
274  
275  
276  
277  
278  
279  
280  
281  
282  
283  
284  
285  
286  
287  
288  
289  
290  
291  
292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301  
302  
303  
304  
305  
306  
307  
308  
309  
310  
311  
312  
313  
314  
315  
316  
317  
318  
319  
320  
321  
322  
323  
324  
325  
326  
327  
328  
329  
330  
331  
332  
333  
334  
335  
336  
337  
338  
339  
340  
341  
342  
343  
344  
345  
346  
347  
348  
349  
350  
351  
352  
353  
354  
355  
356  
357  
358  
359  
360  
361  
362  
363  
364  
365  
366  
367  
368  
369  
370  
371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396  
397  
398  
399  
400  
401  
402  
403  
404  
405  
406  
407  
408  
409  
410  
411  
412  
413  
414  
415  
416  
417  
418  
419  
420  
421  
422  
423  
424  
425  
426  
427  
428  
429  
430  
431  
432  
433  
434  
435  
436  
437  
438  
439  
440  
441  
442  
443  
444  
445  
446  
447  
448  
449  
450  
451  
452  
453  
454  
455  
456  
457  
458  
459  
460  
461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492  
493  
494  
495  
496  
497  
498  
499  
500  
501  
502  
503  
504  
505  
506  
507  
508  
509  
510  
511  
512  
513  
514  
515  
516  
517  
518  
519  
520  
521  
522  
523  
524  
525  
526  
527  
528  
529  
530  
531  
532  
533  
534  
535  
536  
537  
538  
539  
540  
541  
542  
543  
544  
545  
546  
547  
548  
549  
550  
551  
552  
553  
554  
555  
556  
557  
558  
559  
560  
561  
562  
563  
564  
565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577  
578  
579  
580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591  
592  
593  
594  
595  
596  
597  
598  
599  
600  
601  
602  
603  
604  
605  
606  
607  
608  
609  
610  
611  
612  
613  
614  
615  
616  
617  
618  
619  
620  
621  
622  
623  
624  
625  
626  
627  
628  
629  
630  
631  
632  
633  
634  
635  
636  
637  
638  
639  
640  
641  
642  
643  
644  
645  
646  
647  
648  
649  
650  
651  
652  
653  
654  
655  
656  
657  
658  
659  
660  
661  
662  
663  
664  
665  
666  
667  
668  
669  
670  
671  
672  
673  
674  
675  
676  
677  
678  
679  
680  
681  
682  
683  
684  
685  
686  
687  
688  
689  
690  
691  
692  
693  
694  
695  
696  
697  
698  
699  
700  
701  
702  
703  
704  
705  
706  
707  
708  
709  
710  
711  
712  
713  
714  
715  
716  
717  
718  
719  
720  
721  
722  
723  
724  
725  
726  
727  
728  
729  
730  
731  
732  
733  
734  
735  
736  
737  
738  
739  
740  
741  
742  
743  
744  
745  
746  
747  
748  
749  
750  
751  
752  
753  
754  
755  
756  
757  
758  
759  
760  
761  
762  
763  
764  
765  
766  
767  
768  
769  
770  
771  
772  
773  
774  
775  
776  
777  
778  
779  
780  
781  
782  
783  
784  
785  
786  
787  
788  
789  
790  
791  
792  
793  
794  
795  
796  
797  
798  
799  
800  
801  
802  
803  
804  
805  
806  
807  
808  
809  
810  
811  
812  
813  
814  
815  
816  
817  
818  
819  
820  
821  
822  
823  
824  
825  
826  
827  
828  
829  
830  
831  
832  
833  
834  
835  
836  
837  
838  
839  
840  
841  
842  
843  
844  
845  
846  
847  
848  
849  
850  
851  
852  
853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864  
865  
866  
867  
868  
869  
870  
871  
872  
873  
874  
875  
876  
877  
878  
879  
880  
881  
882  
883  
884  
885  
886  
887  
888  
889  
890  
891  
892  
893  
894  
895  
896  
897  
898  
899  
900  
901  
902  
903  
904  
905  
906  
907  
908  
909  
910  
911  
912  
913  
914  
915  
916  
917  
918  
919  
920  
921  
922  
923  
924  
925  
926  
927  
928  
929  
930  
931  
932  
933  
934  
935  
936  
937  
938  
939  
940  
941  
942  
943  
944  
945  
946  
947  
948  
949  
950  
951  
952  
953  
954  
955  
956  
957  
958  
959  
960  
961  
962  
963  
964  
965  
966  
967  
968  
969  
970  
971  
972  
973  
974  
975  
976  
977  
978  
979  
980  
981  
982  
983  
984  
985  
986  
987  
988  
989  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996  
997  
998  
999  
1000
```

Figura 65. Prueba Unitaria del método validarCedula

Como se observa en la Figura 65 al enviarle como parámetro una cedula valida al método validarCedula, este nos devuelve un resultado satisfactorio demostrando así que el método ha pasado la prueba.

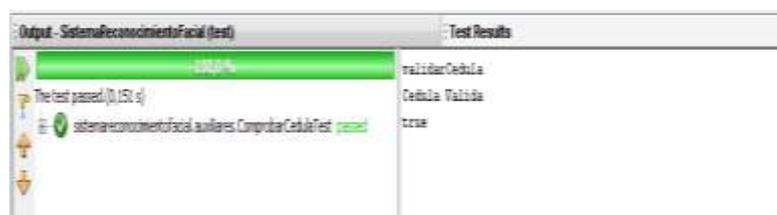


Figura 66. Resultado de la prueba unitaria validarCedula

Luego de haber realizado las pruebas unitarias correspondientes se ha podido comprobar que las funcionalidades se encuentran correctamente implementadas por ello se muestra a continuación los casos de prueba y los resultados obtenidos.

TABLA LIV: CASOS DE PRUEBA Y RESULTADOS OBTENIDOS

CASO DE PRUEBA(Clases)	OBJETIVOS	RESULTADO
ComprobarCedula	Validar si un número de cédula de socio es válida o inválida.	Prueba unitaria superada
BajaReunion	Permitir dar de baja a una reunión.	Prueba unitaria superada
BajaSocio	Permitir dar de baja a un socio.	Prueba unitaria superada
Capturalmagen	Permitir capturar imágenes en tiempo real.	Prueba unitaria superada
Constantes	Permitir fijar y modificar las constantes utilizadas por el sistema.	Prueba unitaria superada
CrearReunion	Permitir la creación de reuniones de la institución.	Prueba unitaria superada
CrearSocios	Permitir la creación de socios que conforman la institución.	Prueba unitaria superada
CrearUsuario	Permitir la creación de usuarios del sistema.	Prueba unitaria superada
IngresoSistema	Permitir el ingreso a la aplicación.	Prueba unitaria superada
ModificarReunion	Permitir la modificación de reuniones existentes en el sistema.	Prueba unitaria superada
ModificarSocio	Permitir la modificación de socios existentes en el sistema.	Prueba unitaria superada
Principal	Permitir la visualización de la interfaz grafica de la aplicación.	Prueba unitaria superada

ReconocimientoCaras	Permitir la detección, procesamiento, almacenamiento e identificación de rostros presentes en imágenes.	Prueba unitaria superada
RegistrarPermiso	Permitir el registro de permisos de socios, a reuniones de la institución.	Prueba unitaria superada

6.5. Pruebas Funcionales

Estas pruebas fueron realizadas a todas las interfaces de la aplicación conforme se terminada de programar todos los métodos necesarios para su normal funcionamiento. Para ello se ejecutaba la aplicación y se ingresaban datos, con esto se verificaba si al ejecutar la interfaz proporcionaba o no los resultados esperados.

A continuación se detallan los casos de uso que fueron probados:

- ❖ Caso de Uso Administrar Usuario
 - ✓ Acceso al sistema
 - ✓ Creación de Usuario
 - ✓ Modificación de Usuario
- ❖ Caso de Uso Administrar Socio
 - ✓ Creación de Socio.
 - ✓ Modificación de Socio.
 - ✓ Dar Baja Socio.
- ❖ Caso de Uso Administrar Reunión
 - ✓ Creación de Reunión
 - ✓ Modificación de Reunión.
 - ✓ Dar Baja Reunión.
- ❖ Caso de Uso Registro de Permiso
- ❖ Caso de Uso Entrenamiento del Sistema.
- ❖ Caso de Uso Registro de Asistencias.
- ❖ Caso de Uso Visualizar Reporte Asistencias.
- ❖ Caso de Uso Visualiza Reporte Sanción.

6.6. Plan de Pruebas de Aceptación

El siguiente plan de pruebas de aceptación describe la forma en la que se realizó dicho plan, detallando la siguiente estructura [16]

6.6.1. Introducción

El plan de pruebas de aceptación describe los pasos que ejecutaron para verificar que la aplicación satisface los requerimientos de la aplicación. Este plan describe clara y completamente como realizar las pruebas.

6.6.1.1 Alcance

Luego de haber corregido errores se procede a la etapa de las pruebas de aceptación de requerimientos. Estas pruebas se enfocan en las acciones que ejecutará el usuario además de las posibles salidas del sistema; dichas acciones y salidas satisfacen las expectativas del usuario, y están definidas en el documento de Especificación de Requisitos de Software.

6.3.1.2. Referencias

- ❖ Especificación de Requisitos de Software del Sistema de Reconocimiento Facial Automatizado para el Control de Asistencia de Recursos Humanos.
- ❖ Análisis de Requerimientos.
- ❖ Diseño de la aplicación.

6.6.2. Requerimientos de Pruebas

6.6.2.1. Introducción

Aquí se pretende documentar los requerimientos de prueba durante la fase de pruebas basadas en casos de uso del sistema e integración para el Sistema de Reconocimiento Facial Automatizado para el Control de Asistencia de Recursos Humanos.

6.6.2.2. Entorno de la prueba

6.6.2.2.1. Generalidades

En esta sección se detalla la descripción del entorno en donde se realizarán las pruebas:

- ❖ Las pruebas se realizarán en la oficina de la ADCMAN.
- ❖ El número de computadoras con que se contará será de acuerdo al número de computadores existentes en la ADCMAN.

6.6.2.2.2. Hardware

En cuanto a los requisitos de hardware necesarios para realizar las pruebas de la aplicación, son necesarios los siguientes requerimientos:

- ❖ Procesador Intel, Dual Core de 2.0 GHz.
- ❖ Memoria RAM 512 MB o superior.
- ❖ Disco Duro mínimo 50 GB o superior
- ❖ WebCam.

6.6.2.2.3. Software

En cuanto al software con el cual se debe contar se detalla a continuación:

- ❖ Sistema Operativo Windows de 32 bits.
- ❖ MySQL 6.0 o superior.
- ❖ JDK 1.6 java.
- ❖ OpenCV 2.4.6 (Librería de Visión por Computadora).
- ❖ JavaCV 2.4.6

6.6.3. Estrategia de Pruebas

Los tipos de prueba a realizar son pruebas basadas en casos de usos, pruebas funcionales y pruebas de integración.

6.7. Pruebas basadas en Casos de Uso.

Estas pruebas se probarán de la siguiente forma: Acceso al Sistema, Creación de Socio, Modificación de Socio, Dar Baja Socio, Creación de Reunión, Modificación de Reunión, Dar Baja Reunión, Entrenamiento Sistema, Registro de Asistencias, Visualizar Reporte de Asistencia, Visualizar Reporte de Sanción. Las pruebas se ejecutarán en este orden debido a que los casos de usos dependen entre sí. Las pruebas de unidad basadas en casos de uso nos ayudarán a entender mejor el funcionamiento individual de cada módulo del sistema, además a través de las pruebas podemos comprender mejor qué hace un módulo y que se espera de él.

A continuación se detalla los pasos seguidos en las pruebas unitarias del sistema SISRECFAC.

TABLA LV. CASO DE PRUEBA “ACCESO AL SISTEMA”

CP-001: Acceso al Sistema	
Descripción: Autenticación para ingreso de los usuarios al sistema.	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la interfaz de acceso al sistema.	
Precondiciones	1. Ejecutar el programa SISRECFAC
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none">• Nombre Usuario: tatiana• Contraseña: ****(1234)• Clic en botón Aceptar
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none">• El sistema registra la información ingresada.• El sistema verifica si los datos ingresados son correctos.• Se muestra la pantalla principal del sistema.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none">• Si el nombre de usuario o contraseña son incorrectos el sistema muestra un mensaje de error de login.
Observación	Ninguna

TABLA LVI. CASO DE PRUEBA "CREACIÓN DE USUARIO"

CP-002: Creación de Usuario	
Descripción: Caso de Prueba para Creación de Usuario	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Crear Usuario	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar correctamente a la aplicación y elegir la opción Crear Usuario 2. Ingresar los campos obligatorios (*) requeridos.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar nombre de usuario(tatiana) • Ingresar contraseña(1234) • Ingresar confirmación de contraseña (1234) • Elegir tipo de usuario(Administrativo) • Clic en botón Guardar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Crear Usuario en donde se encuentra el formulario con los campos necesarios para la creación de un socio. • El sistema verifica la información de usuario ingresada. • El sistema guarda la información.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si el nombre de usuario ya existe, el sistema muestra el mensaje de error: USUARIO REPETIDO • Si existen campos vacio al momento de dar clic en el botón Guardar, el sistema muestra el mensaje de error: CAMPOS VACIOS. • Si la contraseña ingresada y confirmación de contraseña no coinciden el sistema muestra el mensaje de error: CONTRASEÑA INCORRECTA.
Observación	En caso de que se requiera crear un nuevo socio, seleccionar el botón Nuevo .

TABLA LVII. CASO DE PRUEBA "MODIFICACIÓN DE USUARIO"

CP-003: Modificación de Usuario	
Descripción: Caso de Prueba para Modificación de Usuario	

Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Modificar Usuario	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar correctamente a la aplicación. 2. Seleccionar del menú la opción Crear Socio. 3. Dar clic en el botón Modificar. 4. EL sistema muestra la pantalla Modificar Usuario. 5. Ingresar en Texto Búsqueda nombre de usuario (tatiana). 6. Dar clic en botón Buscar. 7. El sistema muestra la pantalla Consulta Usuarios. 8. Seleccionar el usuario de la tabla Lista de Usuarios. 9. El sistema muestra los datos del usuario seleccionado en la pantalla Modificar Usuario. 10. Dar clic en el botón Modificar. 11. Modificar la contraseña (12345) 12. Dar clic en el botón Aceptar.
Datos de Entrada	<p>Se puede modificar cualquier campo, a excepción del nombre del usuario seleccionado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar contraseña(12345) • Ingresar confirmación de contraseña (12345) • Clic en botón Aceptar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Modificar Usuario. • Al seleccionar el usuario de la tabla Lista de Usuario, el sistema muestra la información en el formulario de la pantalla Modificar Usuario. • El sistema verifica que los campos modificados no estén vacíos, en cuyo caso muestra el mensaje: USUARIO ACTUALIZADO.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado un usuario de la tabla Lista de Usuarios, el sistema no recupera información alguna. • En caso de que los campos obligatorios se encuentren vacíos el sistema muestra el mensaje:

	<p>CAMPOS VACIOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> En caso de que la contraseña y la confirmación de contraseña no coincidan el sistema muestra el mensaje: CONTRASEÑA INCORRECTA.
Observación	Ninguna

TABLA LVIII. CASO DE PRUEBA "CREACIÓN DE SOCIO"

CP-004: Creación de Socio	
Descripción: Caso de Prueba para Creación de Socio	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Crear Socio	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> Ingresar correctamente a la aplicación y elegir la opción Crear Socio. Ingresar los campos obligatorios (*) requeridos.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> Ingresar número de cédula de socio(1102503446) Ingresar apellidos del socio(Montalván Carrión) Ingresar nombres de socio (Mercy Violeta) Seleccionar tipo de socio(SOCIO USUARIO) Ingresar cargo de socio (Ninguno) Seleccionar género de socio (Femenino) Clic en botón Guardar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> El sistema muestra la pantalla Nuevo Socio en donde se encuentra el formulario con los campos necesarios para la creación de un socio. El sistema verifica la información del socio ingresada. El sistema guarda la información.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> Si el número de cédula ingresada es incorrecta, el sistema muestra un mensaje de error: CÉDULA INVÁLIDA Si el número de cédula ingresada ya se encuentra registrada el sistema muestra un mensaje de error: CÉDULA REPETIDA. Si existen campos obligatorios vacios, el sistema

	muestra un mensaje de error: CAMPOS VACIOS
Observación	En caso de que se requiera crear un nuevo socio, seleccionar el botón Nuevo .

TABLA LIX. CASO DE PRUEBA “MODIFICACIÓN DE SOCIO”

CP-005: Modificación de Socio	
Descripción: Caso de Prueba para Modificación de Socio	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Modificar Socio.	
Precondiciones	<p>13. Ingresar correctamente a la aplicación.</p> <p>14. Seleccionar del menú la opción Modificar Socio.</p> <p>15. Ejecutar la consulta de un socio (Montalván o mercy)</p> <p>16. Seleccionar de la lista el socio deseado.</p> <p>17. El sistema muestra los datos del socio en el formulario de la pantalla Modificar Socio.</p>
Datos de Entrada	<p>Se puede modificar cualquier campo, a excepción de la cédula del socio seleccionado ya que este campo se encuentra deshabilitado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingresar nuevo apellido del socio(Montalván) • Ingresar nuevo nombre de socio (Mercy) • Seleccionar nuevo tipo de socio(SOCIO NO USUARIO) • Ingresar nuevo cargo de socio (Ninguno) • Seleccionar nuevo género de socio (Femenino) • Clic en botón Aceptar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Modificar Socio. • Al seleccionar el socio de la lista de socio, el sistema muestra la información en el formulario de la pantalla Modificar Socio. • El sistema verifica que los campos modificados no estén vacíos, en cuyo caso muestra el mensaje: ACTUALIZAR SOCIO.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado el socio de la lista de

Casos de Excepción	<p>socios, el sistema no recupera información alguna.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de que los campos obligatorios se encuentren vacíos el sistema muestra el mensaje: CAMPOS VACIOS.
Observación	Ninguna

TABLA LX. CASO DE PRUEBA “DAR BAJA SOCIO”

CP-006: Dar Baja Socio	
Descripción: Caso de Prueba para Dar Baja Socio	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento la funcionalidad Dar Baja Socio	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar a la aplicación correctamente y elegir la opción Dar Baja Socio. 2. Seleccionar datos del socio al que se desea dar de baja. 3. El sistema muestra los datos del socio.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Datos del socio a dar de baja. • Clic en botón Dar Baja.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla administrar socios, donde se muestra el panel Lista de Socios, donde se puede seleccionar el socio deseado. • El sistema da de baja al socio seleccionado.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado el socio de la Lista de Socios, el sistema muestra un mensaje de error de selección.
Observación	Ninguna

TABLA LXI. CASO DE PRUEBA “CREACIÓN DE REUNIÓN”

CP-007: Creación de Reunión	
Descripción: Caso de Prueba para Creación de Reunión	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Crear Reunión	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar a la aplicación correctamente y elegir la

	<p>opción Crear Reunión.</p> <p>2. Ingresar campos obligatorios (*) requeridos.</p>
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar la fecha de la nueva reunión (21/01/2014) • Ingresar la hora de inicio de la reunión (13:00:00) • Ingresar asunto a tratar (Cambio de Directiva) • Ingresar carácter de la reunión(General Ordinaria) • Clic en botón Guardar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Crear Reunión, donde se muestra la plantilla para creación de una nueva reunión. • El sistema verifica la información ingresada. • El sistema guarda la información y muestra un mensaje de éxito: GUARDAR REUNIÓN
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si existen campos obligatorios vacios, el sistema muestra un mensaje de error: CAMPOS VACIOS • Si la fecha de la reunión ya existe el sistema muestra un mensaje de error: REUNIÓN EXISTENTE.
Observación	Ninguna

TABLA LXII. CASO DE PRUEBA “MODIFICACIÓN DE REUNIÓN”

CP-008: Modificación de Reunión	
Descripción: Caso de Prueba para Modificación de Reunión	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Modificar Reunión.	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar correctamente a la aplicación. 2. Seleccionar del menú la opción Modificar Reunión. 3. Ejecutar la consulta de un reunión (21/01/2014 o cambio de directiva) 4. Seleccionar de la lista de reuniones la reunión deseada. <ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema muestra los datos de la reunión en el formulario de la pantalla Modificar Reunión.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar la nueva fecha de reunión (25/01/2014)

	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar el nuevo inicio de reunión (13:30:00) • Ingresar el nuevo asunto a tratar (Elecciones) • Ingresar el nuevo carácter de reunión(Obligatorio) • Clic en botón Aceptar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Consulta Reunión, donde se muestra el panel Lista de Reuniones, donde se puede seleccionar la reunión deseada. • El sistema devuelve la información deseada en la plantilla de la pantalla Modificar Reunión. • El sistema muestra un mensaje de éxito: ACTUALIZAR REUNIÓN.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si existen campos obligatorios vacios el sistema muestra un mensaje de error: CAMPOS VACIOS. • Si la reunión que se desea modificar ya cuenta con un registro de asistencias el sistema muestra el mensaje de erro: MODIFICACIÓN NO PERMITIDA.
Observación	Ninguna

TABLA LXIII. CASO DE PRUEBA “DAR BAJA REUNIÓN”

CP-009: Dar Baja Reunión	
Descripción: Caso de Prueba para Registro de Permiso	
Objetivo de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Dar Baja Socio	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar a la aplicación correctamente y elegir la opción Dar Baja Reunión. 2. Seleccionar datos de la reunión a la cual se desea dar de baja.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de la reunión a dar de baja. • Clic en botón Dar Baja.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Baja Reunión, donde se muestra el panel Lista de Reuniones, donde se puede seleccionar la reunión deseada. • El sistema muestra un mensaje de confirmación: DAR

	<p>BAJA REUNIÓN.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema da de baja a la reunión seleccionada.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado una reunión de la tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error de selección: SELECCIONAR REUNIÓN
Observación	Luego de haber dado de baja a la reunión, esta no puede volver a ser recuperada por el usuario.

TABLA LXIV. CASO DE PRUEBA “REGISTRO DE PERMISO”

CP-010: Registro de Permiso	
Descripción: Caso de Prueba para Registro de Permiso.	
Objetivos de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Permiso Socio.	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar correctamente a la aplicación y seleccionar la opción Permiso Socio. 2. Seleccionar una reunión de la lista de reuniones de la pantalla Reuniones. (21/01/2014). 3. Elegir el botón Permiso Socio. 4. Seleccionar el socio de la lista de socios al cual desea registrarle permiso. 5. Elegir el botón Asignar Permiso. 6. Ingresar los campos obligatorios (*) requeridos.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar fecha permiso (19/01/2014) • Ingresar causa de permiso (viaje) • Seleccionar persona que autoriza (Presidente) • Clic en botón Guardar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Reuniones, donde se muestra la tabla Lista de Reuniones. • El sistema muestra la pantalla Socios, donde se muestra la tabla Lista de Socios. • El sistema muestra la pantalla Registrar Permiso, donde se ingresan los campos requeridos. • El sistema muestra el mensaje de éxito: PERMISO

	GUARDADO.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado una reunión de la Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error de selección: SELECCIONAR REUNIÓN. • Si no se ha seleccionado un socio de la Lista de Socios, el sistema muestra un mensaje de error de selección: SELECCIONAR SOCIO. • Si se elige un socio que ya cuenta con un registro de permiso a la reunión seleccionada el sistema muestra un mensaje de error: PERMISO YA ASIGNADO. • Si existen campos vacios el sistema muestra un mensaje de error: CAMPOS VACIOS.
Observación	Ninguna.

TABLA LXV. CASO DE PRUEBA “ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA”

CP-011: Entrenamiento del Sistema	
Descripción: Caso de Prueba para Entrenamiento del Sistema.	
Objetivos de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Entrenar Sistema.	
Precondiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar correctamente a la aplicación y seleccionar la opción Entrenar Sistema. 2. Seleccionar de la lista de socios el socio con el cual desea entrenar al sistema. 3. Clic en botón Capturar Fotos de la pantalla Entrenamiento Sistema. 4. Seleccionar el botón siguiente el cual mostrará la pantalla Entrenamiento Sistema con las 5 imágenes que se capturaron en el paso anterior 5. Clic en el botón Entrenamiento.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes de la persona a entrenar.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema permite visualizar al socio que se encuentra frente a la cámara web, lo que permite capturar las imágenes requeridas.

	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema entrena al sistema con la información obtenida de las imágenes del socio y con sus datos personales. • El sistema muestra el mensaje de éxito: ENTRENAMIENTO EXITOSO.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado un socio de la lista de socios, el sistema muestra un mensaje de error de selección: SELECCIONAR SOCIO • Si el socio seleccionado ya se encuentra entrenado en el sistema se muestra un mensaje de error: ENTRENAMIENTO REPETIDO. • Si existen imágenes sin presencia de rostros el sistema muestra el mensaje de error: IMÁGENES INCORRECTAS.
Observación	Ninguna

TABLA LXVI. CASO DE PRUEBA “REGISTRO DE ASISTENCIAS”

CP-012: Registro de Asistencias	
Descripción: Caso de Prueba para Registro de Asistencias.	
Objetivos de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Registrar Asistencias.	
Precondiciones	1. Ingresar correctamente a la aplicación y seleccionar la opción Registrar Asistencias.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar de la lista de reuniones la reunión en la que se desea registrar las asistencias. • Clic en el botón Registrar Asistencia.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Reuniones, donde se muestra la tabla Lista de Reuniones. • El sistema muestra la pantalla Registro Asistencia, en donde se visualiza al socio que se encuentra frente a la cámara web. • El sistema identificó correctamente al socio, mostrando sus datos personales.

	<ul style="list-style-type: none"> El sistema muestra el mensaje REGISTRO DE SOCIO, indicando que el proceso de identificación es correcto.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> Si no se ha seleccionado una reunión de la tabla Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error de selección: SELECCIONAR REUNIÓN. Si no se detecta un rostro el sistema muestra el mensaje de información indicando que no se ha detectado un rostro. Si por el contrario no se visualiza un rostro el sistema muestra el mensaje de error: ROSTRO INEXISTENTE. Si se intenta registrar a un socio que ya cuenta con un registro de asistencia el sistema muestra el mensaje de información: REGISTRO EXISTENTE. Si se intenta registrar asistencias a una reunión con fecha anterior el sistema muestra el mensaje de error indicando que no se puede realizar el registro a una reunión pasada. Si se intenta generar nuevamente el registro de justificaciones el sistema muestra el mensaje de información: Registro de justificaciones ya generado.
Observación	Ninguna.

TABLA LXVII. CASO DE PRUEBA “VISUALIZAR REPORTE ASISTENCIAS”

CP-013: Visualizar Reporte Asistencias	
Descripción: Caso de Prueba para Visualizar Reporte Asistencias.	
Objetivos de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Visualizar Reportes.	
Precondiciones	1. Ingresar correctamente a la aplicación y seleccionar la opción Visualizar Reportes.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar de la lista de reuniones la reunión en la que se desea registrar las asistencias.

	<ul style="list-style-type: none"> • Clic en el botón Visualizar Reporte Asistencias.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Visualización Reportes, donde se muestra el panel Lista de Reuniones. • El sistema muestra el reporte de las asistencias registradas por los socios a la reunión seleccionada.
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado una reunión de la Lista de Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error de selección: VISUALIZACIÓN REPORTE. • En caso de que no existan registros en la reunión seleccionada el sistema muestra un mensaje indicando que aun no existen registros de asistencias.
Observación	Ninguna.

TABLA LXVIII. CASO DE PRUEBA “VISUALIZAR REPORTE SANCIÓN”

CP-014: Visualizar Reporte Sanción	
Descripción: Caso de Prueba para Visualizar Reporte Sanción	
Objetivos de la Prueba: Comprobar el correcto funcionamiento de la funcionalidad Visualizar Reportes.	
Precondiciones	1. Ingresar correctamente a la aplicación y seleccionar la opción Visualizar Reportes.
Datos de Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar de la lista de reuniones la reunión en la que se desea registrar las asistencias. • Clic en el botón Visualizar Reporte Sanciones.
Resultado Esperado	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema muestra la pantalla Visualización Reportes, donde se muestra el panel Lista de Reuniones. • El sistema muestra el reporte de las sanciones que se han generado para los socios que han incurrido en alguna falta. (atrasos e inasistencias)
Resultado Obtenido	Satisfactorio
Casos de Excepción	<ul style="list-style-type: none"> • Si no se ha seleccionado una reunión de la Lista de

	<p>Reuniones, el sistema muestra un mensaje de error de selección: VISUALIZACIÓN REPORTE.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En caso de que no existan registros en la reunión seleccionada el sistema muestra un mensaje indicando que aun no existen registros de sanciones.
Observación	Ninguna.

6.8. Plan de Implantación

El siguiente plan de implantación describe la forma en la que se realizó dicho plan, detallando la siguiente estructura [17].

6.8.1. Introducción

En esta actividad se revisa la estrategia de implantación del Sistema de Reconocimiento Facial Automatizado para el Control de Asistencia de Recursos Humanos, en la ADCMAN además se determina los recursos de hardware necesarios para la propia instalación del sistema y para las pruebas de implantación.

6.8.2. Propósito

En el presente apartado se describe las tareas necesarias para la instalación y comprobar el funcionamiento del sistema de software desarrollado, para que así la transición a los usuarios se realice eficientemente.

6.8.3. Alcance

En el apartado se buscando definir la lista de tareas para la implantación del sistema que incluye la preparación del ambiente para la ejecución de la aplicación, la formación de los usuarios. También se definen los recursos necesarios tanto de software como de hardware para poder instalar la aplicación, es decir, los condicionantes de la implantación.

6.8.4. Vista Global

Para realizar el proceso de implantación se determina que la desarrolladora de la aplicación será la encargada de realizar la instalación de la aplicación, misma que posteriormente realizará las pruebas del sistema implantado.

6.8.5. Planificación de la Entrega

6.8.5.1 Responsabilidades

Para poder llevar a cabo la implantación del sistema desarrollado, es necesario establecer un compromiso por parte del Presidente de la Asociación y en este caso la desarrolladora. Las responsabilidades establecidas que deberá llevar a cabo la desarrolladora de la aplicación, se enfocan en la realización de pruebas del sistema (Casos de Prueba).

6.8.5.2. Cronograma

La implantación de la aplicación en la ADCMAN es responsabilidad de la desarrolladora. A continuación se propone las actividades para llevar a cabo este proceso:

TABLA LXIX. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN

Tarea a Ejecutar	Tiempo de Ejecución
Preparación de software y hardware para instalación.	3 horas
Instalación de la aplicación SISRECFAC	2 horas
Ingreso de datos de prueba a la aplicación	2 horas
Ejecución de pruebas basadas en casos de uso(aceptación)	2 horas
Formación de usuarios	3 horas

6.8.5.3. Recursos

6.8.5.3.1. Facilidades

La implantación cuenta con una serie de ventajas debido a que el sistema fue implementado en un entorno de escritorio amigable al usuario. Otras de las facilidades con las que se va a contar a la hora de instalar el sistema y probarlo, es que va a tener

la documentación de todo el proceso de desarrollo del sistema, más un manual de usuario.

6.8.5.3.2. Hardware

En cuanto a los requisitos de hardware necesarios para la implantación de la aplicación, son necesarios los requisitos siguientes:

- ❖ Procesador Intel, Dual Core de 2.0 GHz.
- ❖ Memoria RAM 512 MB o superior.
- ❖ Disco Duro mínimo 50 GB o superior
- ❖ WebCam.

6.8.5.3.3. Unidad de Implantación

6.8.5.3.3.1. Software de Soporte

Para el funcionamiento correcto del sistema, es necesario que el equipo en donde se implantará la aplicación cuente con el software descrito a continuación:

- ❖ Sistema Operativo Windows de 32 bits.
- ❖ MySQL 5.0 o superior.
- ❖ JDK 1.6 java.
- ❖ OpenCV 2.4.6 (Librería de Visión por Computadora).
- ❖ JavaCV 2.4.6

6.8.5.3.3.2. Documentación de Soporte

Toda la documentación para el soporte del sistema se podrá encontrar el diseño de la aplicación, así como también en el manual del usuario, que va a ser el documento utilizado por los usuarios del sistema.

6.8.5.3.3.3. Personal de Soporte

En el sistema va a existir un perfil de usuario llamado Administrador, que va a tener la responsabilidad de asignar privilegios y de crear los respectivos usuarios del sistema.

6.8.6. Formación de Usuarios

Realmente es importante resaltar que el tiempo de formación de usuarios se hará durante 3 horas, y que posteriormente ellos por su parte sigan practicando y puedan así conocer el sistema. En realidad el período de adaptación y conocimiento de los usuarios al sistema no debe ser largo, ya que como se mencionó anteriormente el sistema cuenta con una interfaz grafica amigable al usuario facilitando así su manejo.

g. Discusión

1. Desarrollo de la Propuesta Alternativa

A continuación se realizará una evaluación de todos los objetivos específicos planteados inicialmente en el proyecto para de esta forma determinar su cumplimiento:

Objetivo Específico 1: Encontrar la metodología útil que permita entender y realizar el reconocimiento facial biométrico.

Para cumplir con este objetivo se realizó una investigación de conceptos, características físicas, técnicas y algoritmos del reconocimiento facial, así como de la respectiva línea de investigación, lo cual mostró una visión general de este tipo de biometría dicha investigación se puede apreciar en la revisión literaria del proyecto, específicamente en el Capítulo 2. DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS y Capítulo 3. RECONOCIMIENTO FACIAL. Algunos de los algoritmos más importantes para realizar el reconocimiento facial se especifican a continuación, cuya descripción se la puede encontrar en la sección Revisión de Literatura (Capítulo 3. RECONOCIMIENTO FACIAL): PCA (Análisis de Componentes Principales), LDA (Análisis de Discriminante Lineal), LBP (Local Binary Pattern).

A continuación se especifica el proceso metodológico que permitió llevar a cabo la correcta identificación de una persona presente en una imagen. La secuencia de pasos que se deben cumplir para realizar el correcto entrenamiento e identificación de un socio en el sistema de reconocimiento facial son los siguientes: Adquisición Imágenes, Detección de caras, Preprocesado, Extracción de características e Identificación.

Objetivo Especifico 2: Aplicar la metodología de desarrollo de software, para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia.

Para el cumplimiento de este objetivo primeramente se realizó un análisis de las metodologías de desarrollo de software más relevantes en este caso Programación Extrema , ICONIX y Metodología en Espiral , determinado así que para el desarrollo de

este proyecto la metodología más útil sería ICONIX, la misma que se fundamenta en cuatro fases para cubrir todo el ciclo de desarrollo de software los cuales son: análisis de requerimientos, análisis y diseño preliminar, diseño detallado e implementación.

Para cumplir la fase de análisis de requerimientos, se realizó las actividades propuestas en el proceso de ingeniería de requisitos iniciando de esta forma con la elicitación de requerimientos, la misma que se llevó a cabo aplicando algunas técnicas de investigación como es la observación directa aplicada en las diferentes visitas a la institución, mediante la cual se consiguió distinguir sus diferentes necesidades funcionales y operacionales en cuanto al control de asistencia a reuniones, así mismo se aplicó una entrevista al Presidente de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda la misma que permitió obtener información detallada del funcionamiento y la forma en la que se lleva a cabo el proceso de registro de asistencias de los socios a las reuniones planificadas dentro de la entidad. Posteriormente se efectuó el análisis de los requerimientos obtenidos en la elicitación, obteniendo así los requerimientos definitivos del sistema los mismos que fueron detallados en la Especificación de Requisitos de Software, para finalmente validar cada uno de los requerimientos obtenidos mediante la especificación de casos de uso, modelo de dominio, modelo de casos de uso y el prototipado rápido. Luego de haber culminado la fase de análisis de requerimientos se procedió a realizar el análisis y diseño preliminar en donde para cumplir con esta fase se realizó los diagramas de robustez de los casos de uso del sistema, así mismo dentro del diseño detallado se realizó los diagramas de secuencia, diagrama de componentes y diagrama de despliegue, para concluir se validó el funcionamiento del software desarrollado mediante la ejecución de las pruebas de validación basadas en casos de uso, así mismo se realizó un plan de implantación y un plan de aceptación del software. (Ver sección Resultados).

Objetivo 3: Implantar el sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos, en la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.

Luego de haber culminado con la realización de la aplicación y luego de haber depurado errores se puso en marcha la aplicación para de esta forma verificar la

aceptación de los resultados obtenidos mediante los usuarios finales realizando las siguientes actividades:

- ❖ Instalación de la aplicación final. (Plan de Implantación)
- ❖ Formación de los usuarios finales. (Plan de Implantación)

Objetivo 4: Presentar los resultados obtenidos.

Para cumplir con este objetivo se presentan los resultados obtenidos en cada una de las fases de la metodología de desarrollo de software detallados en la documentación total del proyecto, así como también los manuales respectivos como son de usuario y del programador.

- ❖ Especificación de Requisitos de Software (ERS).
- ❖ Plan de Pruebas de Aceptación.
- ❖ Plan de Implantación.
- ❖ Artículo de Investigación.

2. Valoración técnica económica ambiental

Luego de haber culminado el desarrollo del proyecto de manera satisfactoria, cumpliendo a cabalidad los objetivos propuestos, se ha procedido a realizar la valoración de los recursos humanos, materiales, técnicos y tecnológicos así como requerimiento de software utilizados en el desarrollo del proyecto, cabe recalcar que el software utilizado es de libre distribución razón por la cual fueron fáciles de adquirirlos e instalarlos. En cuanto al financiamiento de movilización, comunicación, materiales de oficina, entre otros, es apropiado señalar que estos fueron cubiertos por la autora del proyecto.

TABLA LXX: RECURSOS HUMANOS, MATERIALES, TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS

RECURSOS HUMANOS			
Descripción	Valor Hora	Número Horas	Costo
Desarrollador:			
❖ Tatiana Maricela Ortiz P.	\$ 3.00	1440 (horas)	\$ 4320.00
Director de Tesis:			
❖ Director	\$ 0.00	200(horas)	\$ 0.00
Sub-Total :			\$4320.00
RECURSOS MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
❖ CD'S	6	\$ 0.50	\$ 3.00
❖ Flash Memory	1	\$ 10.00	\$ 10.00
❖ Resmas papel	3	\$ 4.00	\$ 12.00
❖ Cartuchos de Tinta	4	\$ 25.00	\$100.00
❖ Esferográficos	2	\$ 0.25	\$ 0.50
❖ Copias	600	\$ 0.02	\$ 12.00
❖ Empastados	4	\$ 25.00	\$ 100.00
❖ Anillados	3	\$ 1.50	\$ 4.50
Servicios Básicos:			
❖ Teléfono, Transporte	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Sub-Total :			\$ 342.00
RECURSOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo
HARDWARE			
❖ Impresora (Copiadora)	1 (unidad)	\$ 60.00	\$ 60.00
❖ PC Portátil	700(horas)	\$ 0.90 c/h	\$ 630.00
SOFTWARE			
❖ Netbeans IDE 6.7 (Gratuito)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ JAVA JDK (Gratuito)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ MySQL Server 6.0 (Gratuito)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ Enterprise Architecture 3.6	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ OpenCV 2.4.6	1	\$ 0.00	\$ 0.00

❖ JavaCV 2.4.6	1	\$0.00	\$0.00
COMUNICACIONES			
❖ Internet	1440 h.	\$ 0.80 c/h	\$ 1152.00
Sub-Total :			\$ 1842.00

PARÁMETROS PRESUPUESTO FINAL DEL PROYECTO

Recursos Humanos	\$ 4320.00
Recursos Materiales	\$ 342.00
Recursos Técnicos y Tecnológicos	\$ 1842.00
Imprevistos 10%	\$ 650.40
TOTAL DEL PROYECTO	\$ 7154.40

El desarrollo del presente es factible desde el punto de vista técnico, debido a que es un requerimiento de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, por lo que la información necesaria para automatizar el proceso de control de asistencia se puede realizar de forma normal.

En cuanto a la valoración ambiental el proyecto es factible debido a que los equipos utilizados para el correcto funcionamiento de la aplicación se encuentran en la oficina de la institución.

h. Conclusiones

Las conclusiones obtenidas a lo largo del desarrollo del presente trabajo de titulación se detallan a continuación:

- ❖ El módulo de Registro de Asistencias de la aplicación, permite cumplir los requerimientos del usuario, y el objetivo general del proyecto de investigación, debido a que permite el registro de asistencias de los socios de la organización.
- ❖ La automatización del proceso de control de asistencia en la organización, facilita obtener reportes de asistencias de los socios, además de los respectivos reportes de sanciones a socios que registra un atraso o inasistencia respectivamente, permitiendo de esta forma cargar dichas sanciones oportunamente a las cuentas por cobrar de los socios sancionados.
- ❖ El clasificador haarcascade_frontalface_alt.xml, de la librería OpenCV utilizada en el proceso de detección durante la fase de entrenamiento, permite la correcta detección frontal de un rostro presente en la imagen visualizada en el módulo Registro de Asistencias.
- ❖ Las condiciones de luz y posición de las imágenes que se obtienen durante el proceso de entrenamiento deben ser controladas, ya que de la calidad de estas depende una correcta detección y posterior identificación.
- ❖ El proceso implementado de pre-procesamiento aplicado sobre las imágenes de entrada mediante la ecualización de histograma permiten normalizar y mejorar la variación de iluminación, permitiendo el buen funcionamiento del algoritmo de extracción de características utilizado.

i. Recomendaciones

Las recomendaciones obtenidas del presente trabajo de titulación y para trabajos futuros se describen a continuación:

- ❖ Obtener amplia información del dominio del problema por parte del usuario, para garantizar que los requerimientos establecidos sean los requeridos.
- ❖ Asegurarse de que la versión de las librerías instaladas OpenCV y JavaCV utilizadas en la implementación de la aplicación sean las mismas, para evitar posibles complicaciones de compatibilidad.
- ❖ Asegurarse de que las imágenes con las que se realizará el proceso de entrenamiento del sistema existan rostros de personas, ya que un correcto entrenamiento garantiza una correcta identificación.
- ❖ Un inconveniente que se puede presente en el sistema, es el fallo al momento de realizar el registro por lo que este tipo de inconveniente se podría suplir realizando adiciones al sistema es decir que utilice como entradas de autenticación no solo la apariencia, sino también alguna otra característica biométrica o algún dispositivo de identificación.
- ❖ Para mejorar el reconocimiento se podría obtener las imágenes de entrada de los usuarios en la fase de entrenamiento en distintas condiciones de iluminación y pose, para de esta forma mejorar el proceso de extracción de características.

j. Bibliografía

[1] LANDI, Juan Carlos."Introducción a la Biometría y sus Aplicaciones". [en línea]. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/814/3/Capitulo1.pdf> [Consulta: 16-11-2012].

[2] BEISNER, Alicia Hortensia. "Ataques Tipo "SIDE-CHANNEL" a Sistemas Biométricos de Reconocimiento de Reconocimiento de Huella Dactilar". Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. [en línea]. Disponible en: http://atvs.ii.uam.es/files/2010_0426AliciaBeisnerMunoz.pdf. [Consulta: 16-11-2012]

[3] ALONSO, Patricia de los Ángeles." Análisis del algoritmo DTW para reconocimiento biométrico de personas mediante firma manuscrita on-line". [en línea]. Disponible: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/16912/Memoria_TFG_Patricia_Alonso.pdf?sequence=2. [Consulta: 23-04-2014].

[4] LOPEZ, Nicolás y TORO Juan José."Técnicas de biometría basadas en patrones faciales del ser humano". Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación. [en línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2738/1/0053682L864.pdf>. [Consulta: 23-04-2014].

[5] GONZALBEZ, Sergio Rodrigo. "Análisis del preprocesado de imágenes en el reconocimiento de caras basado en PCA". Elche, Alicante. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Elche. [en línea]. Disponible: http://lcsi.umh.es/docs/pfc_serpio/Memoria_Sergio_Rodriguez.pdf [Consulta: 25-05-2013].

[6] PEULA, José Manuel. "OpenCV". Universidad Internacional de Andalucía. [en línea]. Disponible en: http://ocw.unia.es/ciencias-tecnologicas/tecnologia-del-ocio/materiales-basicos-folder/html/B2_U3/deteccion_de_caras.html [Consulta: 23-04-2014].

[7] ESLAVA RIOS, Javier. "Reconocimiento Facial en Tiempo Real". Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. [en línea]. Disponible en: http://atvs.ii.uam.es/files/20130717_PFCESlava.pdf. [Consulta 23-04-2014].

[8] VILLALÓN, Darío Eduardo. "Diseño e implementación de una plataforma de software para reconocimiento facial en video". Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Eléctrica. [en línea]. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112271/cf-villalon_dd.pdf?sequence=1 [Consulta: 12-06-2013].

- [9] PELÁEZ FERNÁNDEZ Borja. "Reconocimientos de caras en entornos no controlados". Universidad Politécnica de Catalunya. [en línea]. Disponible en: http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/15642/4/Reconocimiento_de_caras_en_entornos_no_controlados,_Borja_Pelaez_Fernandez.pdf [Consulta: 08-10-2013].
- [10] CANÓS José H., LETELIER Patricio y PENADÉS M^a Carmen. "Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software". Valencia. Universidad Técnica de Valencia. [en línea]. Disponibles en: <http://www.willydev.net/descargas/prev/TodoAgil.pdf> [Consulta: 08-10-2013].
- [11] SAN MARTIN OLIVA, Carla Rebeca Patricia. "Metodología ICONIX". [en línea]. Disponible:<http://www.portalthuarpe.com.ar/Seminario09/archivos/MetodologiaICONIX.pdf> [Consulta: 08-10-2013]
- [12] "Metodología de desarrollo en espiral", [en línea]. Disponible en: <http://www.acertasoftware.com/mspiral.html>. [Consulta: 08-10-2013].
- [13] CARRERO, D., RUIZ, B., PUENTE, L., POZA M.J."Prestaciones de la Normalización del Rostro en el Reconocimiento Facial". [en línea]. Disponible en: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/9489/prestaciones_carrero_JRBP2010.pdf?sequence=3. [Consulta: 29-11-2014].
- [14] OTTADO, Guillermo. "Reconocimiento de caras: Eigenfaces y Fisherfaces". [en línea]. Disponible en: https://eva.fing.edu.uy/file.php/514/ARCHIVO/2010/TrabajosFinales2010/informe_final_ottado.pdf [Consulta: 29-11-2014].
- [15] FaceRecognition with OpenCV. [en línea]. Disponible en: http://docs.opencv.org/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html [Consulta 30:11-2014].
- [16] Plan de Pruebas de Aceptación. [en línea]. Disponible en: www.oocities.org/farp81/Plan_de_Pruebas.doc [Consulta: 28-06-2014].
- [17] Plan de Implantación. [en línea]. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/~bperez/develoPro/web/plantillas/IPPLAGXvY.doc> [Consulta: 28-06-2014].

k. Anexos

Anexo 1. Formato de Entrevista dirigida al Presidente de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda

ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO Y MEDIO AMBIENTE NAMANDA

Dirigida al: Presidente de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.

1. ¿Cuáles son los servicios que ofrece a la comunidad la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda?
.....
.....
2. ¿Con cuántos sistemas computacionales cuenta actualmente la Asociación?
.....
.....
3. ¿En la Asociación, cuántos tipos de usuarios existen?
.....
.....
4. ¿Cuáles son los datos necesarios para el ingreso de un nuevo socio al sistema SADCMAN?
.....
.....
5. ¿Cuál es la máxima autoridad de la Asociación?
.....
.....
6. ¿Cada qué tiempo se realiza reunión de Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria?
.....
.....

7. ¿Cuáles son los datos que se toman en cuenta al convocar a una Asamblea?
.....
.....
8. ¿Cuáles son los medios que se utilizan para controlar la asistencia de los socios?
.....
.....
9. ¿La ausencia de socios a reuniones de Asamblea General, pueden ser justificadas?
.....
.....
10. ¿Las sanciones impuestas a los socios que no cumplen con la asistencia a las convocatorias a reunión de Asamblea General Ordinaria y Extraordinaria, de acuerdo a que criterio se fijan?
.....
.....
11. ¿Para registrar la asistencia a reuniones de Asamblea General, los socios cuentan con un tiempo prudencial de ingreso?
.....
.....
12. ¿Actualmente cuál es la persona responsable de hacer registrar la asistencia a socios?
.....
.....
13. ¿Cree usted que resultaría beneficioso para la institución, el desarrollo de un programa computacional para el control de asistencias?
.....
.....
14. ¿Cuáles cree usted que deberían ser las funcionalidades que debería contener el sistema computacional?
.....
.....

Anexo 2. Extracto de las Sanciones

A continuación se detalla un extracto de las sanciones impuestas a los socios que incurren en faltas establecidas por el Reglamento Especial de de Administración Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua Potable de Namanda.

Art. 30. Los socios de la Asociación, que no asistan a las Asambleas Generales Ordinarias o Extraordinarias, donde se tratará los asuntos del desarrollo de las comunidades de la microcuenca Namanda, se harán acreedores a siguientes sanciones disciplinarias:

- a) Por desobediencia a la convocatoria de **Asamblea General de Socios**, se aplicará la multa pecuniaria de \$ 10 (dólares americanos).
- b) El atraso a la Asamblea tendrá una tolerancia de 30 minutos, luego de lo cual será sancionado con \$ 5 (dólares americanos)

Figura 67. Art. 30: De las sanciones

Anexo 3. Certificaciones

Lic. Liliana Celi Celi
PROFESORA DEL INSTITUTO
"FINE-TUNED ENGLISH"

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen para el trabajo de titulación denominado: **"SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS"**, de la señorita TATIANA MARICELA ORTÍZ PESANTES, egresada de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza a las interesadas hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 05 de noviembre de 2014


Lic. Liliana Celi Celi
PROFESORA DE F.T.E.





**ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO Y MEDIO AMBIENTE
AGUA POTABLE "NAMANDA"**

Acuerdo Ministerial Nro. 00254 R.U.C.: 1191711498001
El Capulí - Loja - Ecuador

Loja, 27 de junio de 2014

CERTIFICACIÓN

Dr. Franco Vinicio Suquilanda Ordoñez

PRESIDENTE DE LA ASOCIACION DE DESARROLLO COMUNITARIO Y MEDIO AMBIENTE NAMANDA

CERTIFICA:

Que la Srta. Tatiana Maricela Ortiz Pesantes, desarrollo el proyecto de tesis denominada "SISTEMA DE RECOGIMIENTO FACIAL PARA CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS", previo a la obtención del título de Ingeniera en Sistemas, el mismo que fue revisado, probado y puesto en funcionamiento en la organización que represento.

Es todo cuanto puedo justificar en honor a la verdad, autorizando al/los interesados a hacer del presente el uso pertinente.

Atentamente



Dr. Franco Vinicio Suquilanda



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

ANTEPROYECTO DE TESIS

**“SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL AUTOMATIZADO PARA
EL CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS”**

RESPONSABLE:

Tatiana Maricela Ortiz Pesantes

Loja - Ecuador

2012

Anexo 4. Anteproyecto de Tesis

Índice de Contenidos

Índice General

A. Tema.....	198
B. Problemática.....	199
C. Justificación.....	202
D. Objetivos.....	204
E. Alcance.....	205
F. Marco Teórico.....	207
1. Reconocimiento Biométrico mediante técnicas de Reconocimiento Facial.....	207
1.1. Definición de Sistema Biométrico.....	208
1.2. Modelo del proceso de identificación personal.....	208
1.3. Características de un indicador biométrico.....	208
1.4. Rasgos biométricos.....	209
1.5. Arquitectura de un Sistema Biométrico.....	210
1.6. Modos de operación sistemas biométricos.....	211
2. Reconocimiento Facial.....	212
2.1. Definición.....	212
2.2. Generalidades de la detección e identificación de rostros.....	213
2.3. Algoritmos de Reconocimiento Facial.....	214
3. Procesamiento de Imagen.....	214
3.1. Imagen Digital.....	216
3.1.1. Binarizar una Imagen.....	216
4. Reconocimiento de Caras.....	217
4.1. Métodos holísticos.....	217
4.1.1. Principal Component Analysis: PCA.....	217
4.1.2. Independent Component Analysis: ICA.....	218
4.1.3. Linear Discriminant Analysis: LDA.....	218
4.1.4. Métodos basados en kernel.....	219
4.1.5. Evolutionary Pursuit: EP.....	220
4.1.6. Support Vector Machine: SVM.....	220
G. Metodología.....	222
1. Métodos y Técnicas.....	222
2. Metodología de desarrollo.....	223
H. Cronograma.....	224

I. Presupuesto y Financiamiento.....	225
J. Bibliografía.....	227

Índice de Figuras

Figura 1. Arquitectura general de un sistema biométrico.....	210
Figura 2. Fases de reconocimiento facial.....	213
Figura 3. Imágenes 3D identificadas con reconocimiento facial.....	214

Índice de Tablas

TABLA I: RECURSOS HUMANOS, MATERIALES, TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS.....	225
--	------------

A. Tema

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO FACIAL AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA DE RECURSOS HUMANOS.

B. Problemática

1. Situación Problemática

La situación sociocultural del país conlleva a un régimen de seguridad, tal que, la gente se ha visto obligada a interactuar con actividades automatizadas relacionadas con la capacidad para establecer la identidad de los individuos a través de características anatómicas. Un indicador que satisface estos requisitos es el reconocimiento del rostro del individuo; se hace necesario entonces, el análisis y estudios tecnológicos de las características del rostro para la identificación y reconocimiento inequívoco de una persona.

La Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente “Namanda” surge con la necesidad de brindar salubridad al sector “El Capulí”, en el servicio de agua, esta asociación ha ido creciendo poco a poco con la ayuda de su comunidad y de las personas que han estado al frente de ella trabajando siempre en busca de la calidad del servicio que prestan a sus usuarios. Es así que con la ayuda de diversas Instituciones Públicas que contribuyeron económicamente se ha logrado construir una planta completa de potabilización.

El 17 de abril del año 2002 mediante acuerdo ministerial 00254 el Ministerio de Bienestar Social concede personería jurídica a la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente “Namanda” del Barrio “El Capulí”, la cual se inicia con 59 socios fundadores.

Actualmente, la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, cuenta con alrededor de 200 socios usuarios y socios no usuarios, personal administrativo que rige el buen funcionamiento de esta y personal operativo, y siendo indispensable para el normal desenvolvimiento de sus actividades la socialización de diferentes temas y objetivos, se realiza mensualmente asambleas generales y sesiones de directorio, en donde se debe contar con la presencia de por lo menos el 50% + 1 de los socios que pertenecen a la organización, es así que el control de asistencia resulta una tarea complicada ya que se lo realiza de forma manual mediante listado alfabético, en donde cada socios debe registrar su asistencia mediante su firma.

Este control en muchas ocasiones causa cierta disconformidad tanto para la Institución como a los usuarios, debido que el atraso o inasistencia a estas asambleas genera ciertas sanciones económicas.

Por lo que luego de haber realizado un sondeo de la situación actual y de establecer la forma en la que se ha venido realizando el control de asistencia de los socios a las diferentes asambleas que realiza la Asociación de Desarrollo Comunitario se ha podido establecer los siguientes problemas:

- ❖ Aglomeración de los socios al momento de registrar su asistencia.
- ❖ Retraso al momento de asignar sanciones por atraso o inasistencia.
- ❖ Los socios abandonan las reuniones antes de que estas sean culminadas, debido a que no existe un sistema de control.

Las causas que originan estos problemas son:

- ❖ Listado alfabético de los socios, en donde registrar la asistencia mediante su firma.
- ❖ Falta de sistema automatizado que permita registrar la asistencia.
- ❖ Falta de personal encargado para registrar la asistencia.

Por lo que estos problemas, originan los siguientes efectos:

- ❖ Descontento de los socios por tener que esperar para registrarse.
- ❖ Molestia de los socios sancionados.
- ❖ Falta de registro de hora de entrada y salida de los socios.

Podemos decir entonces que el control de asistencia causa mucho retraso, en base a esto nos planteamos las siguientes interrogantes:

- ❖ ¿Cuán beneficioso resultaría la implementación de un sistema de control de asistencia mediante el uso de tecnología biométrico de reconocimiento facial?

- ❖ ¿En qué medida el uso de un sistema de control de asistencia mediante la aplicación de la tecnología biométrica de reconocimiento facial mejora el tiempo de registro de control?

Por lo que se pretende contestar estas interrogantes con la realización de este proyecto.

2. Problema de Investigación.

En la actualidad, el control de personal cada vez se vuelve un tema más necesario y estricto, pero es a su vez uno de los más burlados por la propia persona, ya que atrasos, faltas injustificadas, salidas a horas no permitidas, etc., son situaciones muy comunes, las cuales sino son controladas con precisión pueden ocasionar descontento e incluso sanciones. Por lo que, gracias a los avances tecnológicos, es posible controlar tanto el ingreso como la salida de una persona de un lugar determinado de forma más eficiente y con un mínimo de error.

Es por esto que se ha creído conveniente desarrollar un sistema que permita controlar la asistencia de recursos humanos, mediante el reconocimiento facial para la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, y de esta forma poder dar una alternativa de solución al siguiente problema:

“El control de asistencia de recursos humanos a asambleas generales y asambleas de directorio de la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda, del Barrio El Capulí, se ve afectado debido a la inexistencia de un control automatizado que permita de manera oportuna obtener un registro de control de asistencia, para de esta forma tomar las mejores decisiones y efectuar las sanciones pertinentes”.

C. Justificación

La tecnología en la actualidad constituye el pilar fundamental del éxito y desarrollo de las empresas en el mundo, es por ello que el Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja, tiene como propósito formar profesionales en el ámbito computacional y tecnológico, que sean capaces de desarrollarse en su especialidad de una forma efectiva mediante la investigación.

Consciente de que la formación académica del estudiante universitario se basa en sus conocimientos tanto teóricos como prácticos, el presente proyecto se constituye en un requisito que demanda la carrera, pero más allá de cumplir con los requisitos del sistema educativo para su aprobación, se es consciente de la gran experiencia y conocimiento que se adquirirá al desarrollar el proyecto.

Además, para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con los recursos materiales, económicos, técnicos y humanos que contribuirán al cumplimiento de manera eficiente y efectiva a la realización de la investigación que servirá como base para el desarrollo del proyecto.

Es así que mediante este proyecto se piensa originar una alternativa de solución que permita controlar la asistencia del personal administrativo, operativo y socios a asambleas generales y de directorio de la Asociación, sobre la cual se busca desarrollar un sistema de control de asistencia, utilizando reconocimiento facial con el fin de cumplir con las necesidades requeridas por la Asociación de Desarrollo Comunitario.

Por lo que para la realización del proyecto, desde el punto de vista económico el costo que implica su elaboración es asumida por la responsable del proyecto, en virtud de contribuir al desarrollo de la Institución.

Además se considera viable la realización del proyecto debido a que luego del estudio realizado se cuenta con la información necesaria y oportuna que se constituye en uno de los pilares que fundamentan el desarrollo del proyecto.

Además cabe recalcar que se cuenta con la apertura y receptividad en la zona a investigar, cuyo consentimiento ha sido otorgado por las autoridades pertinentes y afines a la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente “Namanda”, facilitando de esta manera el acceso a información necesaria. Todo ello sin dejar de lado los recursos humanos, económicos y materiales, en conjunto con la asesoría y experiencia de los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja.

D. Objetivos

1. Objetivo General

- ❖ Desarrollar un sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos.

2. Objetivos Específicos

- ❖ Encontrar la metodología útil que permita entender y realizar el reconocimiento facial biométrico.
- ❖ Aplicar la metodología de desarrollo de software, para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia.
- ❖ Implantar el sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos, en la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.
- ❖ Presentar los resultados obtenidos.

E. Alcance

Luego de determinar los objetivos generales y específicos del proyecto y para cumplirlos a cabalidad se pretende construir las fases del proyecto las cuales permitirán establecer el alcance del mismo y así culminar exitosamente la realización de este:

Fase 1: Encontrar la metodología útil que permita entender y realizar el reconocimiento facial biométrico.

Para cumplir con este objetivo se pretende realizar las siguientes tareas:

- ❖ Investigación de conceptos, características físicas, modalidades biométricas, métodos, técnicas, algoritmos, etc. del reconocimiento facial, así como de la respectiva línea de investigación lo cual mostrará una visión general de este tipo de biometría.
- ❖ Identificación de los diferentes algoritmos de reconocimiento facial para así determinar cuál es el mejor o el más eficiente para dar una alternativa de solución a nuestro problema de investigación.
- ❖ Implementación del o los algoritmos más eficientes encontrados para el reconocimiento facial.

Fase 2: Aplicar la metodología de desarrollo de software, para el desarrollo del sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia.

Con este objetivo se pretende realizar las siguientes actividades:

- ❖ Analizar y determinar la metodología de desarrollo de software más adecuada para el desarrollo del proyecto.
- ❖ Desarrollo de cada una de las fases de la metodología de desarrollo de software en la elaboración del proyecto.

Fase 3: Implantar el sistema de reconocimiento facial automatizado para el control de asistencia de recursos humanos, en la Asociación de Desarrollo Comunitario y Medio Ambiente Namanda.

Luego de haber culminado con la realización del sistema y luego de haber depurado errores se considera implantar o poner en marcha la aplicación para de esta forma verificar la aceptación de los resultados obtenidos mediante los usuarios finales mediante las siguientes actividades:

- ❖ Estudio de la implementación realizada.
- ❖ Desarrollo de las adaptaciones necesarias.
- ❖ Instalación de la aplicación final.
- ❖ Formación de los usuarios finales.
- ❖ Mantenimiento de la aplicación.

Fase 4: Presentar los resultados obtenidos.

- ❖ Documentación del proyecto, del programador y usuarios finales.
- ❖ Publicación del proyecto final de carrera realizado.

F. Marco Teórico

1. Reconocimiento Biométrico mediante técnicas de Reconocimiento Facial

El estudio de la identificación personal basado en los sistemas de reconocimiento y autenticación biométrica es un tema actual de investigación ya que se propone como una manera segura, automática y fiable de identificar a un usuario. Esto es debido a que los rasgos biométricos no pueden, en general, ser robados, prestados, sustraídos o copiados, lo cual presenta una gran ventaja frente a sistemas basados en contraseñas y otros elementos que necesitan el conocimiento de una información o posesión de un elemento.

Durante los últimos años, el reconocimiento facial se ha convertido en uno de las aplicaciones más estudiadas en campos como la biometría, el procesado de imagen o el reconocimiento de patrones. Una de las razones que ha llevado a este crecimiento son las necesidades cada vez mayores de aplicaciones de seguridad y vigilancia utilizadas en diferentes ámbitos.

Es así que el reconocimiento facial destaca por ser una técnica con una alta capacidad de respuesta frente a múltiples características biométricas y una buena aceptación lo cual hace de los sistemas basados en estos indicadores útiles para el desarrollo de aplicaciones no invasivas.

En toda aplicación de reconocimiento facial, se debe tener en cuenta diferentes etapas. Una de ellas es la etapa de detección facial, la cual en multitud de ocasiones se trata de manera conjunta con el reconocimiento. Para lo cual el sistema de reconocimiento recibirá como entrada una imagen 'rostro', ya detectadas, las cuales serán procesadas por el sistema para después hacer el reconocimiento.

En la actualidad existen diferentes sistemas basados en modelos, los cuales intentan construir un modelo lo más descriptivo posible de la cara humana capaz de detectar con precisión las variaciones faciales.

Estos sistemas tratan de obtener características biométricas de las imágenes para realizar el reconocimiento facial.

Habitualmente estas técnicas requieren de imágenes de gran resolución. Cuando se utilizan estos sistemas, el algoritmo sabe con antelación el objeto que ha de representar y lo que intenta hacer es que corresponda la cara real con el modelo.

1.1. Definición de Sistema Biométrico

Sistema biométrico es un sistema automatizado que realiza labores de biometría. Es decir, un sistema que fundamenta sus decisiones de reconocimiento mediante una característica personal que puede ser reconocida o verificada de manera automatizada [1].

1.2. Modelo del proceso de identificación personal

Cualquier proceso de identificación personal puede ser comprendido mediante un modelo simplificado. Este postula la existencia de tres indicadores de identidad que definen el proceso de identificación:

1. **Conocimiento:** la persona tiene conocimiento
2. **Posesión:** la persona posee un objeto (por ejemplo: una tarjeta),
3. **Característica:** la persona tiene una característica que puede ser verificada (por ejemplo: una de sus huellas dactilares).

Cada uno de los indicadores anteriores genera una estrategia básica para el proceso de identificación personal. Además pueden ser combinados con el objeto de alcanzar grados de seguridad más elevados y brindar, de esta forma, diferentes niveles de protección.

1.3. Características de un indicador biométrico

Un indicador biométrico es alguna característica con la cual se puede realizar biometría. Cualquiera característica que sea considerada como indicador, debe cumplir los siguientes requerimientos [1]:

1. **Universalidad:** cualquier persona posee esa característica;
2. **Unicidad:** la existencia de dos personas con una característica idéntica tiene una probabilidad muy pequeña.
3. **Permanencia:** la característica no cambia en el tiempo; y
4. **Cuantificación:** la característica puede ser medida en forma cuantitativa.

Los requerimientos anteriores sirven como criterio para descartar o aprobar a alguna característica como *indicador biométrico*. Luego de seleccionar algún indicador que satisfaga los requerimientos antes señalados, es necesario imponer restricciones prácticas sobre el sistema que tendrá como misión recibir y procesar a estos indicadores.

1.4. Rasgos biométricos

Existen múltiples rasgos biométricos utilizados para distintas aplicaciones en la actualidad. Cada uno de esos rasgos posee diferentes ventajas y desventajas, por lo que la elección estará muy ligada a sus características y a la aplicación que se quiera llevar a cabo, a continuación se muestran ejemplos de los rasgos biométricos más comunes [2]

Se pueden clasificar en:

- ❖ **Rasgos fisiológicos:** son rasgos que miden características inherentes a la fisiología del ser humano. En este conjunto se encuentra el ADN, la huella dactilar, el iris, el rostro, etc.
- ❖ **Rasgos conductuales:** Aquellos que miden características o comportamientos aprendidos tales como la firma, la voz, el modo de caminar, etc.

Los principales rasgos biométricos son: el ADN, la cara, la huella dactilar, la voz, la firma, el iris y la mano. También se pueden encontrar estudios, aunque en menor medida, que han utilizado la retina, la oreja, el olor, la forma de caminar, la forma de teclear, la forma de las venas de la mano, el termograma de la cara, etc.

1.5. Arquitectura de un Sistema Biométrico

Los sistemas biométricos aparecen por la necesidad de autenticar usuarios a partir de un rasgo biométrico mediante técnicas automáticas, fiables y seguras. Se trata básicamente de un sistema de reconocimiento de patrones que funciona del siguiente modo: el sensor captura un rasgo biométrico; se extraen un conjunto de características tras procesar la señal (patrón); y se comparan con las características de los usuarios (plantillas o *templates*) que hay almacenadas en la base de datos. En función de los resultados obtenidos por el comparador y el umbral de decisión, el sistema caracteriza el patrón de entrada como válida o no [2].

En la figura 1, se muestra la estructura general del funcionamiento de los sistemas de reconocimiento biométrico.

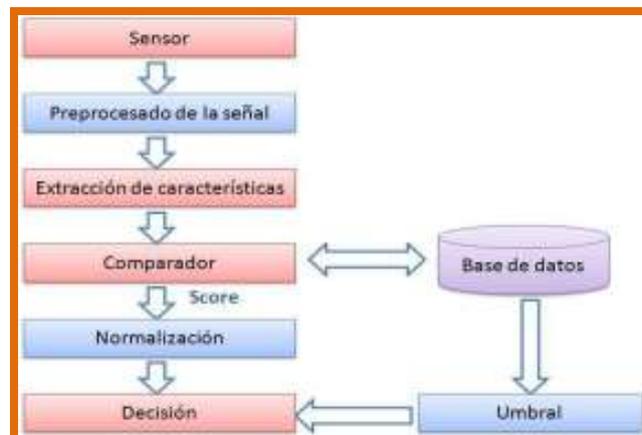


Figura 1. Arquitectura general de un sistema biométrico.

1.6. Modos de operación sistemas biométricos

1.6.1. Modo registro

El modo registro es común a todos los sistemas biométricos ya que en esta etapa son dados de alta los usuarios en la base de datos. Consiste en la introducción de los rasgos biométricos en el sistema utilizando el sensor adecuado. Para almacenar los datos de cada usuario (plantillas de usuario o *templates*) en la base de datos es necesario procesar la señal capturada y realizar la extracción de características que conforman la plantilla.

1.6.2. Modo verificación

Los sistemas de verificación toman dos entradas [2]:

- ❖ Una realización del rasgo biométrico a verificar.
- ❖ Una solicitud de identidad: generalmente se indicará por algún tipo de código, identificador, nombre de usuario o tarjeta inteligente.

El rasgo biométrico es comparado con la plantilla almacenada en la base de datos y correspondiente a la identidad del usuario, es decir, el sistema realiza una comparación 1 a 1 generando una puntuación o score que servirá para verificar la identidad del usuario. Las únicas posibles salidas del sistema son la aceptación o el rechazo del individuo dependiendo de si el score supera un determinado umbral o no. El solicitante queda catalogado respectivamente como usuario auténtico o como impostor.

1.6.3. Modo identificación

El objetivo es identificar una realización de un rasgo biométrico de un usuario desconocido como perteneciente a un individuo dentro de un conjunto de N posibles usuarios almacenados en una base de datos. La identificación se puede realizar en dos escenarios diferentes:

- ❖ **Identificación en conjunto cerrado:** El rasgo de entrada pertenece a uno de los N posibles individuos modelados por el sistema, por lo que sólo existen N salidas posibles.
- ❖ **Identificación en conjunto abierto:** El solicitante que pretende ser identificado puede no pertenecer al grupo de usuario, así pues, existen (N+1) salidas posibles. La identificación en conjunto abierto se considera una mezcla de identificación en conjunto cerrado y verificación.

2. Reconocimiento Facial

2.1. Definición

El reconocimiento facial, es una de las tecnologías más recientes pero se está popularizando debido a la tecnología y la gran cantidad de aplicaciones que ofrece. Pero existen muchos aspectos que se deben desarrollar para brindar mayor precisión y fiabilidad, ya que las imágenes de los rostros de las personas no son patrones estables como las huellas dactilares o iris del ojo. Las caras no son objetos rígidos, muchos factores como gestos, maquillaje, iluminación, barba [1].

La cara es comúnmente utilizada por los hombres para el reconocimiento de individuos y por ello es un rasgo biométrico con una buena aceptación entre los usuarios. El modo de adquisición es sencillo y no invasivo, simplemente se necesita una fotografía.

El sistema funciona con una cámara de video que captura la imagen de la cual se realiza el proceso de reconocimiento [3]:

- ❖ **Detección:** El sistema detecta que en la imagen se reconoce una cara o si se trata de un vídeo es capaz de realizar un seguimiento hasta obtener datos precisos.
- ❖ **Alineación:** Localiza y normaliza respecto a un patrón geométrico establecido y un formato de obtención de datos, los rasgos de interés de la cara.
- ❖ **Características:** Una vez procesada la imagen en el paso anterior, carga el sistema con la información necesaria para realizar las comparaciones precisas contra la base de datos.
- ❖ **Identificación:** Compara el vector de características obtenidos con los vectores disponibles y muestra al operador aquellos con el porcentaje de similitudes más elevado

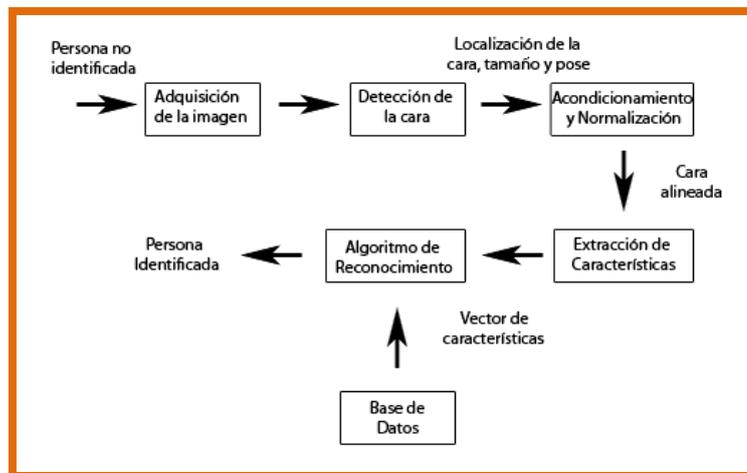


Figura 2. Fases de reconocimiento facial

2.2. Generalidades de la detección e identificación de rostros

Las imágenes que contienen rostros son esenciales para una interacción más inteligente entre humanos y computadores, los esfuerzos en la investigación del procesamiento de imágenes incluyen la detección de rostros, el reconocimiento de rostros, la estimación de la pose y el reconocimiento de la expresión [4].

La detección de rostros tiene como objetivo identificar todas las regiones de la imagen que contenga rostros humanos sin importar su posición, escala, orientación, pose e iluminación. También se define la localización del rostro, ya que identifica una sola región que contenga un rostro en una imagen. La localización y detección de rostros son un desafío debido a los siguientes factores:

- ❖ **Pose:** las imágenes de un rostro varían de acuerdo a las posición relativa cámara-rostro.
- ❖ **Presencia o ausencia de ciertos componentes estructurales:** algunos rasgos del rostro como barba, bigote, lentes pueden o no estar presente y varían mucho en color, tamaño.
- ❖ **Escala:** el tamaño de un rostro en una imagen es un factor que afecta su aspecto.
- ❖ **Expresión facial:** el aspecto de un rostro esta directamente afectado por la expresión facial de la persona.
- ❖ **Orientación:** las imágenes de un rostro varían directamente por la rotación respecto al eje óptico de la cámara.

Un problema importante relacionado con la detección es como evaluar los métodos utilizados para esto. Usualmente se lo hace en términos de falsos positivos y falsos negativos. Un falso positivo es declarar que una región de una imagen es un rostro cuando no lo es, mientras que un falso negativo es no detectar una región de la imagen en la que si existe un rostro.

2.3. Algoritmos de Reconocimiento Facial

- ❖ **LDA (Análisis de discriminación lineal):** Utiliza una aproximación estadística para diferenciar las muestras conocidas de las que no lo son.
- ❖ **PCA (Análisis de componentes principales):** Las imágenes obtenidas se normalizan en base a la alineación de la boca y los ojos del individuo.
- ❖ **FLD (Discriminante lineal de Fisher):** Equivalente al LDA y con una efectividad superior al PCA, sobre todo en lo referente a cambios lumínicos y de expresión.
- ❖ **P2CA (Análisis de componentes parcial/principal):** Evolución del PCA, en este caso los resultados se obtienen a partir de imágenes 3D del modelo, siendo 10 veces más eficaz que cualquier algoritmo anterior. [5]

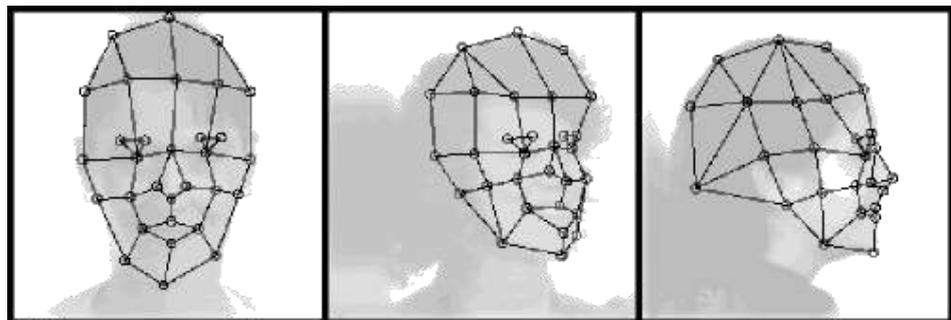


Figura 3. Imágenes 3D identificadas con reconocimiento facial

3. Procesamiento de Imagen

El procesamiento de imágenes es el conjunto de técnicas que se aplican a las imágenes digitales con el objetivo de mejorar la calidad o facilitar la búsqueda de información [5].

Las operaciones que se pueden realizar con imágenes se dividen en:

- ❖ Operaciones de punto
- ❖ Operaciones de entorno
- ❖ Operaciones con dos o más imágenes

A diferencia del estudio de los mecanismos de la visión humana, el procesamiento y análisis de imágenes digitales nace en el momento en que se dispone de recursos tecnológicos para captar y manipular grandes cantidades de información espacial de matrices de valores. Esta distinción sitúa al procesamiento y análisis de imágenes digitales como una tecnología asociada a las Ciencias de la Computación y por tanto, cabe pensar de ella como una proyección del término Visión Artificial dentro del ámbito de la Inteligencia Artificial.

La secuencia típica de procesado de imágenes suele implicar los siguientes pasos:

1. Captura de la imagen a partir del proceso físico que la genera mediante el sensor adecuado.
2. Restauración y realce para reducir ruidos y mejorar su calidad.
3. Codificación, segmentación y extracción de propiedades.
4. Interpretación.

En el procesamiento de imágenes se utilizan diferentes técnicas para realzar las propiedades de la imagen a fin de facilitar el proceso de segmentación, la extracción de características y finalmente su interpretación.

La cuantificación de la señal es el número finito de los valores de intensidad de cada píxel. Se suele emplear un byte de cuantificación por píxel, consiguiendo así 256 niveles de gris. El 0 corresponde al color negro y el 255 al blanco. Entre estos dos valores están los distintos tonos de gris.

Para las imágenes en color, la cuantificación es vectorial; por cada píxel se representan tres valores. Estos tres valores dependen del sistema de representación del color: RGB (Red Green Blue), HSV (Hue, Saturation, Value), HSI... Comúnmente se utiliza RGB con un byte por cada color consiguiendo 256 niveles o 16 millones de colores.

3.1. Imagen Digital

Una imagen digital es una función $f(x,y)$ que ha sido discretizada en ambas coordenadas espaciales (x,y) y en el nivel de gris. Se considera que el nivel de brillo mínimo equivale al negro, el máximo al blanco y los valores intermedios son distintos niveles de gris que varían del negro al blanco [5].

Principalmente, tenemos las siguientes características de una imagen:

- ❖ **La resolución:** La resolución de una imagen se refiere al número de puntos por unidad de distancia que ésta tiene, de forma que a mayor número de puntos por centímetro mayor resolución y más definida estará la imagen.

- ❖ **La profundidad del color:** La profundidad del color de una imagen se refiere al número de niveles de gris (o número de colores) que empleamos para representar la imagen. Un valor aceptable podría corresponder con una profundidad de color de 8 bits, equivalente a 256 distintos niveles de gris.

3.1.1. Binarizar una Imagen

La binarización de imágenes es una tarea básica en muchas aplicaciones de procesamiento digital de imágenes. El objetivo es obtener una imagen que solo sea representada por dos tonos de color, por lo general blanco y negro. La idea para realizar este trabajo es sencilla, solo hay que decidir qué tono de color dar a cada píxel que sea mayor que un determinado umbral (valor límite), el resto de píxeles tendrán por defecto el otro tono de color [6].

La binarización de una imagen consiste en comparar los niveles de gris presentes en la imagen con un valor (umbral) predeterminado. Si el nivel de gris es menor que el umbral predeterminado, se le asigna al píxel de la imagen binarizada el valor 0 (negro), y si es mayor, se le asigna un 1 (blanco). De esta forma se obtiene una imagen en blanco y negro.

Generalmente se utiliza un umbral de 128 si se trabaja con 255 niveles de gris, pero en algunas aplicaciones se requiere de otro umbral.

4. Reconocimiento de Caras

Los algoritmos que se utilizan para el reconocimiento de caras se describen a continuación:

- ❖ **Métodos holísticos:** utilizan toda la imagen de la cara como entrada al sistema de reconocimiento, siendo esta la unidad básica de procesamiento.

- ❖ **Métodos basados en características locales:** Se extraen características locales, como ojos, nariz, boca, etc. Sus posiciones y estadísticas locales constituyen la entrada al sistema de reconocimiento. [6]

También existen métodos híbridos que combinan técnicas holísticas y locales

4.1. Métodos holísticos

4.1.1. Principal Component Analysis: PCA

El análisis de componentes principales es un método típico en el análisis de datos multivariantes cuyo objetivo es la reducción de la dimensionalidad de los mismos. Lo que trata de hacer es analizar si dadas c muestras de un conjunto de n valores se puede representar la información por un número menor de variables, construidas como combinaciones lineales de las originales. El funcionamiento de este método puede resumirse en el siguiente algoritmo [Armengot 2006] [6]:

1. Obtener un conjunto de datos de dimensión n .
2. Calcular la media de los datos y restársela a cada uno de ellos, de esta forma se tiene unos datos cuya media es cero.
3. Calcular la matriz de covarianza.
4. Calcular los *eigenvectores* (vectores propios) y *eigenvalores* (valores propios) de la matriz de covarianza.
5. Elegir las componentes y formar un vector característico. Se ordenan los eigenvalores de mayor a menor, y se eligen los p eigenvectores ($p < n$) correspondientes a los mayores eigenvalores. Así se tiene un espacio de menor dimensión.

6. Obtener el nuevo conjunto de datos. Los datos originales se multiplican por el vector característico, así se tendrán los datos en términos de los eigenvectores elegidos.

PCA es un método general de análisis de datos y se aplica en el reconocimiento de caras con alguna variación en el método, llamándolo *eigenfaces*.

4.1.2. Independent Component Analysis: ICA

ICA es una generalización del método PCA. Este método trata de descomponer una señal observada en una combinación lineal de fuentes independientes. Mientras que PCA decorrelaciona las señales de entrada utilizando estadísticos de segundo orden, ICA minimiza mayores ordenes de dependencia.

Se tiene una matriz de variables independientes (fuentes): (s_1, \dots, s_n) y una matriz de observaciones X . En esta matriz de observaciones, cada columna es el resultado de un experimento aleatorio, y en cada fila se tiene el valor de una prueba de ese experimento. Como se ha dicho el método ICA trata de descomponer la señal observada en una combinación de fuentes independientes, la matriz de combinación (desconocida) se llamara A : $X = A \cdot S$

Hay dos formas de implementar el método ICA para el reconocimiento de caras:

- ❖ Se puede poner en cada fila de la matriz X una imagen diferente, así se tendrá que cada imagen es una variable aleatoria y los pixeles son pruebas.
- ❖ Otra opción es trasponer la matriz X y tener en cada columna una imagen, de manera que es este caso, los pixeles son variables aleatorias y cada imagen una prueba.

4.1.3. Linear Discriminant Analysis: LDA

Este método es una técnica de aprendizaje supervisado para clasificar datos. La idea central de LDA es obtener una proyección de los datos en un espacio de menor (o incluso igual) dimensión que los datos entrantes, con el fin de que la

separación de las clases sea la mayor posible. Es una técnica supervisada ya que para poder buscar esa proyección se debe entrenar el sistema con patrones etiquetados [6].

El escenario de trabajo necesario para aplicar este método al reconocimiento de caras se basa en que se dispone de un conjunto de caras de entrenamiento (x_i) compuesto por un grupo de personas con distintas expresiones faciales y con diferentes vistas.

4.1.4. Métodos basados en kernels

Estos métodos son una generalización de los métodos de análisis de componentes (PCA, ICA, LDA). En los métodos de componentes se construye un subespacio que cumpla determinadas restricciones y luego se elige una base que lo genere. En los métodos de Kernels se tienen en cuenta momentos de mayor orden sin tener un costo computacional excesivamente grande.

Se lleva el problema de clasificación a un espacio de mayor dimensión donde las clases sean linealmente separables. Para esto se realiza lo siguiente [Aguerreberre et al.2006]:

1. Se mapean los vectores de entrenamiento a través de una función no lineal que lleva los puntos a un espacio de mayor dimensión.
2. Se plantea un problema equivalente al problema de PCA, ICA o LDA en dicho espacio.
3. Se resuelve el problema equivalente, utilizando el *kernel trick*, que es una manera simplificada de resolver el problema de PCA, ICA o LDA en el espacio de mayor dimensión. Si cumplen determinadas condiciones particulares, se pueden realizar todos los cálculos de la resolución del problema equivalente sin necesidad de mapear los vectores en el espacio de mayor dimensión. Para esto existen diferentes funciones, llamadas nucleos (*kernels*), que lo hacen posible.

4.1.5. Evolutionary Pursuit: EP

Este método es un tipo de algoritmo genético que trata de encontrar una base de caras a través de la rotación de ejes definidos en un espacio blanco PCA adecuado. La evolución es conducida por una función de *fitness* que depende de la precisión de la clasificación y de la habilidad para generalizar.

El algoritmo EP se utiliza para buscar entre las diferentes rotaciones y vectores base para encontrar un subconjunto de vectores óptimo (que tenga buena precisión en la clasificación y habilidad para generalizar) [6].

El algoritmo que se sigue para encontrar las *EP-faces* es [Aguerreberre et al. 2006]:

- ❖ Reducir la dimensión de los datos mediante PCA.
- ❖ Transformar el espacio anterior para que sea blanco.
- ❖ Realizar el siguiente bucle hasta llegar a un número máximo de iteraciones o encontrar la solución buscada:
 - a) Realizar varias rotaciones entre pares de vectores de una base del espacio y luego seleccionar un conjunto de ellos. Codificar cada rotación mediante una representación en palabras de bits.
 - b) Calcular la función de *fitness* para medir la precisión y generalización.
 - c) Calcular los ángulos y vectores que maximizan la función. Se guardan como la mejor solución hasta el momento.
 - d) Se itera a un nuevo subconjunto de ángulos y por lo tanto de vectores rotados.
- ❖ Con la base óptima hallada se realiza el reconocimiento de caras mediante alguna medida de similitud.

4.1.6. Support Vector Machine: SVM

SVM es un método genérico para resolver problemas de reconocimiento de patrones. Dado un conjunto de puntos en un determinado espacio que pertenecen a dos clases distintas, SVM encuentra el hiperplano que separa la mayor cantidad de puntos de la misma clase del mismo lado. Esto se realiza maximizando la

distancia de cada clase al hiperplano de decisión, denominado *OSH (Optimum Separating Hyperplane)*.

Los puntos más cercanos al hiperplano, de cada conjunto en cuestión, son los llamados vectores soporte (*support vectors*) [Aguerreberre et al. 2006].

El problema de distinguir o reconocer caras es complicado. La función de discriminación que se obtiene con SVM proporciona una mayor precisión en el Reconocimiento que las aproximaciones de *eigenfaces*. Los *eigenfaces* se utilizan para representar las caras, después se extraen las características y la función de discriminación se aprende con SVM.

G. Metodología

1. Métodos y Técnicas

Para el desarrollo del presente proyecto, se ha considerado conveniente utilizar los siguientes métodos investigativos:

- ❖ **Método Inductivo-Deductivo:** Al utilizar este método se logrará partir de una problemática general ya conocida para concluir consecuencias particulares, y de esta forma poder proporcionar algunas alternativas de solución que puedan inferir en el mejor funcionamiento.
- ❖ **Método Analítico:** Este método se utilizará en la elaboración de la situación problemática, además para realizar un estudio y análisis más a fondo de las necesidades y requerimientos de la Institución. Así como también servirá para realizar las definiciones teóricas que conformarán la documentación del proyecto.
- ❖ **Método Científico:** Este método permitirá efectuar un estudio sistemático, a través de las técnicas de observación, ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

Además para la culminación del proyecto se utilizarán técnicas que permitirán la correcta y completa recolección de información que ayudarán a la realización del proyecto, estas son:

- ❖ **Entrevista.-** Permitirá obtener datos relevantes, ya que el diálogo directo que se mantendrá con la persona que está al frente de la institución, nos permitirá conseguir información completa y de gran importancia para la correcta realización del proyecto.
- ❖ **Lectura Comprensiva:** Permitirá obtener un conocimiento ordenado y sistemático de los hechos o ideas relacionadas con el proyecto de investigación.

- ❖ **Observación directa:** Técnica aplicada en las visitas a la institución, mediante la cual se consiguió distinguir las diferentes necesidades funcionales y operacionales.

2. Metodología de desarrollo

Para el desarrollo del proyecto en primera instancia se ha de realizar un análisis de las diferentes metodologías de desarrollo de software, para de esta manera determinar cuál constituye una de las disciplinas más destacada de los procesos ágiles, con el objetivo de abarcar todo el ciclo de vida de un proyecto.

H. Cronograma

Id	Nombre de área	Duración	Comienzo	Fin	05nov'11	24dic'12	11feb'13	01abr'13	20may'13	08jul'13	26ago'13	14oct'13	02dic'13	20ene'14
					J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1	PROYECTO DE INVESTIGACION	167 días	mié 15/05/13	vie 27/12/13										
2	DESARROLLO DEL PROYECTO	167 días	mié 15/05/13	vie 27/12/13										
3	FASE 1: Encontrar la metodología de I+D que permita entender y realizar el RFI	40 días	mié 15/05/13	vie 05/07/13										
4	Investigación del arte del reconocimiento facial biométrico	40 días	mié 15/05/13	vie 05/07/13										
5	Identificación de algoritmos de reconocimiento facial	40 días	mié 15/05/13	vie 05/07/13										
6	Implementación de algoritmos de reconocimiento facial	40 días	mié 15/05/13	vie 05/07/13										
7	FASE 2: Aplicar la metodología de desarrollo de software	105 días	lun 08/07/13	vie 29/11/13										
8	Análisis y determinar la metodología de desarrollo de software más adecuada	6 días	lun 08/07/13	lun 15/07/13										
9	Desarrollar cada una de las fases de la metodología en la elaboración del proyecto	100 días	lun 15/07/13	vie 29/11/13										
10	FASE 3: Implementar el SRFPA para el control de asistencia en la ADCMAN	15 días	jue 28/11/13	mié 18/12/13										
11	Puesta en marcha de la aplicación	15 días	jue 28/11/13	mié 18/12/13										
12	FASE 4: Presentar los resultados obtenidos	28 días	mié 20/11/13	vie 27/12/13										
13	Documentación del proyecto, del programador y usuarios finales	27 días	mié 20/11/13	jue 26/12/13										
14	Presentación y publicación del proyecto final y resultados	1 día	vie 27/12/13	vie 27/12/13										

I. Presupuesto y Financiamiento

TABLA I: RECURSOS HUMANOS, MATERIALES, TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS

RECURSOS HUMANOS			
Descripción	Valor Hora	Número Horas	Costo
Desarrollador:			
❖ Tatiana Maricela Ortiz P.	\$ 3.00	1440 (horas)	\$ 4320.00
Director de Tesis:			
❖ Director	\$ 6.00	200(horas)	\$ 1200.00
Sub-Total :			\$ 5520.00
RECURSOS MATERIALES			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
❖ CD'S	5	\$ 0.50	\$ 2.50
❖ Flash Memory	1	\$ 10.00	\$ 10.00
❖ Resmas papel	2	\$ 4.00	\$ 8.00
❖ Cartuchos de Tinta	4	\$ 25.00	\$ 100.00
❖ Lápices	2	\$ 0.25	\$ 0.50
❖ Copias	600	\$ 0.02	\$ 12.00
❖ Empastados	5	\$ 7.00	\$ 35.00
❖ Perfiles	1	\$ 0.60	\$ 0.60
Servicios Básicos:			
❖ Teléfono, Transporte	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Sub-Total :			\$ 268.6
RECURSOS TÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS			
Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo
HARDWARE			
❖ PC Escritorio	740(horas)	\$ 0.80 c/h	\$ 592.00
❖ Impresora (Copiadora)	1 (unidad)	\$ 60.00	\$ 60.00
❖ PC Portátil	700(horas)	\$ 0.90 c/h	\$ 630.00

SOFTWARE			
❖ Netbeans IDE 6.7 (Gratutito)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ JAVA JDK (Gratutito)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ MySQL Server 6.0 (Gratis)	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ Enterprise Architecture 3.6	1	\$ 0.00	\$ 0.00
❖ Power Designer Trial 11	1	\$ 0.00	\$ 0.00
COMUNICACIONES			
❖ Internet	1440 h.	\$ 0.80 c/h	\$ 1152.00
Sub-Total :			\$ 2434.00

PARÁMETROS PRESUPUESTO FINAL DEL PROYECTO

Recursos Humanos	\$ 5520.00
Recursos Materiales	\$ 268.60
Recursos Técnicos y Tecnológicos	\$ 2434.00
Imprevistos 10%	\$ 822.26
TOTAL DEL PROYECTO	\$ 9044.86

Luego de haber realizado el análisis del presupuesto de los recursos humanos, materiales, técnicos y tecnológicos así como requerimiento de software para el desarrollo del proyecto, se estima un gasto de 9044.86 dólares, el cual podría cambiar de acuerdo a variantes en la adquisición de los diferentes recursos ya mencionados.

Además cabe recalcar que el financiamiento completo del proyecto es total será asumido por la responsable del proyecto.

J. Bibliografía

- [1] LANDI, Juan Carlos. "Introducción a la Biometría y sus Aplicaciones". [en línea]. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/814/3/Capitulo1.pdf>. [Consulta: 16-11-2012].
- [2] BEISNER, Alicia Hortensia. "Ataques Tipo "SIDE-CHANNEL" a Sistemas Biométricos de Reconocimiento de Reconocimiento de Huella Dactilar". Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. [en línea]. Disponible en: http://atvs.ii.uam.es/files/2010_0426AliciaBeisnerMunoz.pdf. [Consulta: 16-11-2012]
- [3] GUERRERO, Diego. "Reconocimiento facial, pasado, presente y futuro". Informática Forense. [en línea]. Disponible en: <http://www.dieguoguerrero.info/tag/reconocimiento-facial/>. [Consulta: 11-12-2012].
- [4] GUALLE, Diego y ROSALES, José. "Implementación de un Sistema Distribuido de Autenticación Biométrica basado en la detección e identificación de rostros humanos en imágenes extraídas de secuencia de video". Quito. Escuela Politécnica Nacional. Escuela de Ingeniería. [en línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/378/1/CD-0329.pdf>. [Consulta: 16-11-2012].
- [5] MARTORELL, Ana Domenech. "Reconocimiento gestual a través de webcam". Madrid. Universidad Pontificia Comillas. Escuela Técnica Superior Ingeniería-ICAI. [en línea]. Disponible en: <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4aae971695c34.pdf>. [Consulta: 11-12-2012].
- [6] GÁMEZ, Carmen V. "Diseño y Desarrollo de un sistema de reconocimiento de caras". Madrid. Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior. [en línea]. Disponible: http://earchivo.uc3m.es/bitstream/10016/5831/1/PFC_CarmenVirginia_Gamez_Jimenez.pdf. [Consulta: 11-12-2012].