

# DISEÑO

centrado en el usuario y  
**EVALUACIÓN** de usabilidad  
de una interfaz de apoyo  
al diagnóstico de cáncer de mama  
a partir de imagen médica

**Proyecto Final de Carrera  
Ingeniería Técnica en Diseño Industrial**

**Cristina Maestre Urbano**

**Director:**

**J. Damià Segrelles Quilis**

**Co-Directora:**

**Susana Paixão-Barradas**

**Junio 2014**



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
1.1	Contexto	8
1.2	Problema	9
1.3	Objetivos	12
1.4	Delimitación del proyecto	12
1.5	Estructura del proyecto	13
<b>2</b>	<b>ESTADO DEL ARTE</b>	<b>14</b>
2.1	Medicina	15
2.1.1	Procesos clínicos. El proceso de diagnóstico	15
2.1.2	Informes médicos	17
2.1.3	Terminologías y sistemas de clasificación en medicina	17
2.2	Informática	22
2.2.1	Imagen médica	23
2.2.2	Ontologías	26
2.2.3	Tecnología GRID	27
2.2.4	Interfaz de usuario	31
2.3	Diseño centrado en el usuario (DCU)	35
2.3.1	Usabilidad	36
2.3.2	Metodología DCU	40
2.4	Estudio de mercado	50
2.4.1	Investigación de productos	50
2.4.2	Evaluación comparativa de mercado	58
2.4.3	Evaluación de usabilidad de los productos del estudio de mercado	59
2.4.4	Conclusión del estudio mercado	62
<b>3</b>	<b>DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL PRODUCTO</b>	<b>63</b>
3.1	Estudio del contexto del usuario	63
3.1.1	Proceso clínico para el diagnóstico del cáncer de mama	63
3.1.2	Recursos tecnológicos disponibles en el contexto del usuario	65
3.2	Análisis de requisitos	66
3.2.1	Necesidades del usuario	66
3.2.2	Requisitos funcionales	67
3.2.3	Otros requisitos	74
3.3	Descripción de las soluciones	78
3.3.1	Soluciones generales	78
3.3.2	Pantalla de acceso al sistema	78
3.3.3	Pantalla para salir del sistema	80
3.3.4	Pantallas de gestión del historial clínico de un paciente	81
3.3.5	Pantallas de informes estructurados	93
3.3.6	Pantallas de búsqueda avanzada	103
<b>4</b>	<b>EVALUACIÓN DEL DISEÑO</b>	<b>105</b>
4.1	Objetivos	106
4.2	Diseño de la prueba de usabilidad	106

4.2.1	Variables a medir.....	106
4.2.2	Otros resultados .....	108
<b>4.3</b>	<b>Planificación de la prueba de usabilidad .....</b>	<b>108</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>113</b>
<b>5.1</b>	<b>Análisis de resultados de la prueba de usabilidad .....</b>	<b>113</b>
5.1.1	Cuestionario demográfico .....	113
5.1.2	Test de interacción usuario-aplicación .....	113
5.1.3	CUESTIONARIO .....	117
5.1.4	FOCUS GROUP .....	124
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>126</b>
<b>6.1</b>	<b>Recomendaciones de rediseño .....</b>	<b>126</b>
<b>7</b>	<b>PUBLICACIONES .....</b>	<b>130</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>131</b>
<b>8</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>134</b>
<b>8.1</b>	<b>Documentación teórica adicional .....</b>	<b>134</b>
8.1.1	Heurísticas de Nielsen .....	134
<b>8.2</b>	<b>Documentación de la prueba de usabilidad .....</b>	<b>135</b>
8.2.1	Agenda de actividades de la prueba de usabilidad .....	135
8.2.2	Tarea 2: Caso práctico guiado (caso práctico nº 2) .....	136
8.2.3	Tablas de impresiones negativas recabadas en las diferentes pruebas .....	142
8.2.4	Dossier de prensa y documentación .....	145

# ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ACTIVIDADES Y RESULTADOS DE UN EPISODIO DIAGNÓSTICO .....	16
FIGURA 2. SNOMED-CT: TÉRMINOS Y RELACIONES PARA EL CONCEPTO CARCINOMA DUCTAL INFILTRANTE .....	18
FIGURA 3. ZONAS DE LA MAMA DERECHA.....	19
FIGURA 4. EJEMPLOS DE IMÁGENES MÉDICAS: MAMOGRAFÍA, ECOGRAFÍA Y RESONANCIA MAGNÉTICA.....	24
FIGURA 5. COMPONENTES DE UN PACS Y FLUJOS DE INFORMACIÓN .....	24
FIGURA 6. ESTRUCTURA EN ÁRBOL DE UN DOCUMENTO DICOM-SR. BASADO EN [12] .....	26
FIGURA 7. ORGANIZACIONES VIRTUALES GRID. ADAPTADO DE [15].....	28
FIGURA 8. DESPLIEGUE TRENCADIS PARA COMPARTIR ARCHIVOS DICOM ENTRE CENTROS MÉDICOS .....	29
FIGURA 9. EJEMPLO DE ARQUITECTURA DEL SOFTWARE EN TRES CAPAS .....	31
FIGURA 10. ALGUNAS COMBINACIONES HABITUALES DE LAS ZONAS DE CONTENIDO DE INTERFACES .....	32
FIGURA 11. COMPONENTES HABITUALES EN INTERFACES GRÁFICOS DE USUARIO .....	33
FIGURA 12. ESQUEMA DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE PESTAÑAS .....	34
FIGURA 13. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO SOFTWARE .....	35
FIGURA 14. MARCO DE DEFINICIÓN DE USABILIDAD SEGÚN NIELSEN .....	36
FIGURA 15. LA USABILIDAD COMO UN ATRIBUTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE. ISO/IEC 9126 [18].....	36
FIGURA 16. MARCO DE DEFINICIÓN DE USABILIDAD DE ACUERDO A ISO 9241-II [19].....	38
FIGURA 17. DIFERENCIAS ENTRE MÉTODOS DE DISEÑO DE SOFTWARE. BASADA EN [20].....	41
FIGURA 18. ACTIVIDADES DEL PROCESO DE DISEÑO CENTRADO EN EL HUMANO SEGÚN ISO-13407.....	42
FIGURA 19. ANÁLISIS DE UNA TAREA CON EL MÉTODO HTA (EXTRAÍDO DE [23]) .....	44
FIGURA 20. INCREMENTO DE COSTOS EN EL DESARROLLO DEL PRODUCTO BASADO EN [27].....	46
FIGURA 21. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL PRODUCTO BASADO EN [28] .....	46
FIGURA 22. ESQUEMA FLUJOS DE INFORMACIÓN DE MOBILE MIM .....	50
FIGURA 23. AMPLIACIÓN DE MOBILE MIM CON MIM CLOUD .....	51
FIGURA 24. FUNCIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA STRUCTURAD.....	52
FIGURA 25. EJEMPLO DE INFORME ESTRUCTURADO REALIZADO CON STRUCTURAD .....	52
FIGURA 26. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS Y GENERACIÓN DE INFORMES ESTRUCTURADOS .....	53
FIGURA 27. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS DE HALLAZGOS .....	54
FIGURA 28. PANTALLA DE LOCALIZACIÓN Y VALORACIÓN BI-RADS DE HALLAZGOS.....	55
FIGURA 29. PANTALLA DE CAPTURA DE IMÁGENES MÉDICAS .....	55
FIGURA 30. REDACCIÓN AUTOMÁTICA DEL INFORME.....	56
FIGURA 31. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS ESTRUCTURADOS DICOM-SR .....	57
FIGURA 32. PANTALLA DE BÚSQUEDA DE INFORMES ESTRUCTURADOS DICOM-SR.....	58
FIGURA 33. MENSAJE QUE APARECE AL CONSULTAR LA AYUDA EN HERMAREPORT .....	59
FIGURA 34. FORMULARIOS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS Y DE EDICIÓN DE CADENAS.....	60
FIGURA 35. FORMULARIO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS. ....	60
FIGURA 36. VISTAS DEL FORMULARIO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS .....	61
FIGURA 37. DISPOSICIÓN Y ASPECTO DE ELEMENTOS EN VENTANA DE CONFIRMACIÓN .....	61
FIGURA 38. EJEMPLO DE CAMPO QUE PERMITE ENTRADA DE DATOS INCORRECTOS.....	62
FIGURA 39. PROCESO CLÍNICO DEL EPISODIO DIAGNÓSTICO DEL CÁNCER DE MAMA. BASADA EN [40] .....	64
FIGURA 40. PANTALLAS DE IMAGEN MÉDICA PARA DIAGNÓSTICO. OBTENIDA EN [41]. ....	66
FIGURA 41. ÁRBOL FUNCIONAL PARA LA TAREA: "INTRODUCIR DATOS DE UN HALLAZGO OBSERVADO EN UN ESTUDIO RADIOLÓGICO".....	68
FIGURA 42. PROTOTIPO DE PANTALLA DE ACCESO AL SISTEMA.....	78
FIGURA 43. PROTOTIPO WEB DE LA PANTALLA DE ACCESO AL SISTEMA .....	79
FIGURA 44. BOTÓN PARA CERRAR LA SESIÓN Y SALIR DEL SISTEMA .....	80
FIGURA 45. PANTALLA DE SALIDA DEL SISTEMA .....	80
FIGURA 46. PROTOTIPO PANTALLA LISTADO DE PACIENTES .....	81
FIGURA 47. PROTOTIPO DE PANTALLA DE BÚSQUEDA DE PACIENTES .....	82

FIGURA 48. PROTOTIPO WEB (II). PANTALLA DE BÚSQUEDA DE PACIENTE.....	83
FIGURA 49. PROTOTIPO WEB (I) PANTALLA DE LISTADO DE PACIENTES.....	83
FIGURA 50. PROTOTIPO WEB (II) PANTALLA DE LISTADO DE PACIENTES.....	84
FIGURA 51. PROTOTIPO PANTALLA GESTIÓN DE EPISODIOS .....	85
FIGURA 52. PROTOTIPO WEB (I) PANTALLA GESTIÓN DE ESTUDIOS DEL PACIENTE .....	86
FIGURA 53. PROTOTIPO WEB (II) PANTALLA GESTIÓN DE ESTUDIOS DEL PACIENTE .....	87
FIGURA 54. PROTOTIPO WEB (II): FUNCIONES O ACCIONES PERMITIDAS.....	88
FIGURA 55. PROTOTIPO WEB (II) DETALLE DE VISUALIZACIÓN CATEGORÍA BI-RADS ASOCIADO A UN INFORME.....	89
FIGURA 56. PROTOTIPO VENTANA DE CREACIÓN DE EXPLORACIONES .....	89
FIGURA 57. PROTOTIPO WEB (I) VENTANA PARA CREACIÓN DE EXPLORACIONES EN EPISODIO DIAGNÓSTICO .....	90
FIGURA 58. PROTOTIPO WEB (II): VENTANA PARA CREACIÓN DE EXPLORACIONES EN EPISODIO DIAGNÓSTICO .....	91
FIGURA 59. PROTOTIPO WEB (II) ESTADOS DEL BOTÓN DE ECOGRAFÍA.....	91
FIGURA 60. PROTOTIPO WEB (II) COMPONENTE CALENDARIO.....	92
FIGURA 61. PROTOTIPO PANTALLA INTRODUCCIÓN DE DATOS EN INFORMES ESTRUCTURADOS.....	94
FIGURA 62. PROTOTIPO ELEMENTOS DE NAVEGACIÓN.....	95
FIGURA 63. PROTOTIPO WEB (II) ÁRBOL DE NAVEGACIÓN, ESTRUCTURA Y RESALTADO DE OPCIONES.....	96
FIGURA 64. PROTOTIPO WEB (II) COMPONENTE ELIMINAR NODO.....	97
FIGURA 65. PROTOTIPO WEB (II). PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN MAMOGRAFÍA.....	98
FIGURA 66. LISTAS DE VALORES .....	99
FIGURA 67. LISTAS DE VALORES: DISTINCIÓN VISUAL DE VALORES INICIALIZADOS POR EL SISTEMA (AZULES).....	99
FIGURA 68. COMPONENTE CALENDARIO PARA CAMPOS DE FECHAS .....	100
FIGURA 69. CAMPOS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS NUMÉRICOS.....	100
FIGURA 70. CAMPOS DE OPCIÓN .....	100
FIGURA 71. COMPONENTE DE LOCALIZACIÓN DE HALLAZGOS EN LA MAMA DERECHA .....	101
FIGURA 72. AVISO DE CAMPOS OBLIGATORIOS INCOMPLETOS EN LA VALIDACIÓN DEL INFORME .....	102
FIGURA 73. CÁLCULO DE MALIGNIDAD DE LAS LESIONES EN UN INFORME DE MAMOGRAFÍA.....	102
FIGURA 74. PROTOTIPO PANTALLA INTRODUCCIÓN DE CRITERIOS DE BÚSQUEDA .....	103
FIGURA 75. PROTOTIPO WEB: PANTALLA DE BÚSQUEDA .....	104
FIGURA 76. MARCO CONCEPTUAL DE LA INTERACCIÓN PERSONA-SISTEMA.....	105
FIGURA 77. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES .....	106
FIGURA 78. GRADO DE ÉXITO DE UN RESULTADO EXPRESADO EN TÉRMINOS DE COMPLETITUD Y VALIDEZ .....	107
FIGURA 79. FASES Y ACTIVIDADES DE LA PRUEBA DE USABILIDAD.....	108
FIGURA 80. PARTICIPANTES REALIZANDO LA A2.....	111
FIGURA 81. BOXPLOT DE LA EFICIENCIA DE USUARIO RELATIVA .....	116
FIGURA 82. HISTOGRAMA DEL CSUQ.....	117
FIGURA 83. BOXPLOT DE LAS VALORACIONES DEL CSUQ .....	118
FIGURA 84. BOXPLOT DEL GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO .....	119
FIGURA 85. GRÁFICO DE DISPERSIÓN: GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO VS GRADO DE ÉXITO OBJETIVO .....	120
FIGURA 86. PROTOTIPO DE RE-DISEÑO: “VENTANA CREAR EXPLORACIONES” .....	127
FIGURA 87. ÍNDICE DE IMPACTO EN DE LA REVISTA JOURNAL OF GRID COMPUTING .....	130

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TERMINOLOGÍA Y CODIFICACIÓN RADLEX PARA LA LOCALIZACIÓN DE ZONAS DE LA MAMA.....	18
TABLA 2. CATEGORÍAS BI-RADS PARA LESIONES MAMARIAS Y ACCIONES A TOMAR EN CADA CASO .....	20
TABLA 3. VALORES DEL TUMOR PRIMARIO (T) EN LA TERMINOLOGÍA TNM PARA CÁNCER DE MAMA.....	21
TABLA 4. VALORES DE LOS GANGLIOS LINFÁTICOS REGIONALES (N) EN LA TERMINOLOGÍA TNM .....	21
TABLA 5. VALORES PARA LA METÁSTASIS DISTANTE (M) EN LA TERMINOLOGÍA TNM PARA CÁNCER DE MAMA .....	21
TABLA 6. CORRESPONDENCIA DE PAR NOMBRE/VALOR DE LA FIGURA 6 .....	26
TABLA 7. TIPOS DE NODOS MÁS COMUNES EN <i>DICOM-SR</i> .....	27
TABLA 8. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD. BASADO EN [34]. .....	49
TABLA 9. TABLA COMPARATIVA DE LOS PRODUCTOS ANALIZADOS A PARTIR DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN .....	59
TABLA 10. REQUISITOS FUNCIONALES .....	67
TABLA 11. PROTOTIPO WEB (I): ICONOS DE ACCIONES.....	87
TABLA 12. PROTOTIPO WEB (II): ICONOS DE ACCIONES.....	88
TABLA 13. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DEMOGRÁFICO .....	113
TABLA 14. ÉXITO DE LOS USUARIOS EN ALCANZAR EL RESULTADO DE REFERENCIA .....	114
TABLA 15. EFICIENCIA DE USUARIO .....	115
TABLA 16. EFICIENCIA DE USUARIO RELATIVA.....	116
TABLA 17. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA .....	116
TABLA 18. MEDIAS DEL CSUQ POR USUARIO .....	117
TABLA 19. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL CSUQ.....	117
TABLA 20. TESTS DE NORMALIDAD .....	117
TABLA 21. GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO POR USUARIO .....	118
TABLA 22. GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO VS GRADO DE ÉXITO OBJETIVO .....	119
TABLA 23. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA PERCEPCIÓN DSUBJETIVA DE ÉXITO Y EL GRADO OBJETIVO DE ÉXITO .....	120
TABLA 24. NORMALIDAD DEL GRADO SUBJETIVO DE ÉXITO Y EL GRADO DE ÉXITO OBJETIVO .....	120
TABLA 25. CI MÁS CRITICADOS POR LAS IMPRESIONES NEGATIVAS DE LOS USUARIOS.....	121
TABLA 26. INCIDENCIA EN CRITERIOS ERGONÓMICOS.....	123
TABLA 27. RELACIÓN DE CI QUE PRESENTAN DUI REFERIDOS EN EL GRUPO DE DEBATE .....	124
TABLA 28. INCIDENCIA RESPECTO DE LOS CRITERIOS ERGONÓMICOS RESULTADOS FOCUS GROUP .....	125
TABLA 29. ANÁLISIS DE IMPRESIONES NEGATIVAS DEL INTERFAZ OBTENIDOS EN CUESTIONARIO.....	143
TABLA 30. ANÁLISIS DE IMPRESIONES NEGATIVAS DE LA APLICACIÓN OBTENIDOS EN FOCUS GROUP.....	144

## *Agradecimientos*

Quiero agradecer a todas las personas que han contribuido directa o indirectamente en este proyecto de fin de carrera, con cariño a mi familia que me apoya en todo lo que me propongo.

Gracias a mi director de proyecto Damià Segrelles por la confianza que depositó en mí desde los inicios del proyecto y por estar dispuesto a utilizar generosamente su tiempo en supervisarlos.

Gracias también a mi co-directora, Susana Paixão por sus consejos y ayudarme a estructurar el presente documento.

Gracias a Rosana Medina Pastor por dedicar muchas horas en reuniones de diseño y revisión del prototipo del producto "Generación de informes estructurados para el cáncer de mama".

Gracias a todas las personas que hicieron posible la realización de la prueba de usabilidad aquí documentada, especialmente al grupo de residentes y médicos radiólogos del Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia que de tan buena gana participaron en ella. A Sergio España y Jean Vanderdonck por sus aportaciones teóricas y prácticas acerca de su ejecución y análisis.

Finalmente gracias a mis compañeros del grupo de investigación GRyCAP de la Universidad Politécnica de Valencia por hacer fácil el trabajo.

A todos y a todas, gracias.

# 1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto final de carrera (PFC) presenta el diseño y evaluación de una interfaz para una aplicación informática que da soporte a la creación de informes radiológicos, los cuales presentan resultados sobre exploraciones basadas en imagen médica, con el objetivo de organizar la información para ayudar al diagnóstico y el estudio del cáncer de mama. La aplicación recibe el nombre de "Generación de informes estructurados para el cáncer de mama".

Este capítulo motiva el proyecto, exponiendo algunos de los problemas o carencias detectados y que han originado la propuesta de este trabajo. Además se presenta el contenido de cada uno de los capítulos.

## 1.1 CONTEXTO

La aplicación informática "Generación de informes estructurados para el cáncer de mama" se desarrolla en el contexto del proyecto financiado por el "Vicerectorat d'Investigació de la Universitat Politècnica de València (UPV)" con nombre "Diseño de Componentes Cloud Facilitadores del Despliegue y la Alta Disponibilidad de Servicios TRENCADIS, para compartir Imágenes Médicas DICOM e informes Asociados DICOM-SR", con referencia 20111013.

Es resultado de la colaboración de un equipo multidisciplinar formado por ingenieros de la Universidad Politécnica de Valencia y médicos radiólogos del Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia.

Este hospital es el segundo con mayor número de pacientes atendidos y especialidades disponibles en la Comunidad Valenciana. Su servicio de oncología es un referente internacional en cuanto a personalización y seguridad de tratamientos oncológicos. Todos los procesos de la cadena terapéutica están informatizados. Destacan su sistema de información para la prescripción electrónica y la administración de tratamientos oncológicos, que incluye sistemas de alerta y ayuda a la decisión clínica. Sin embargo, la cadena terapéutica comienza una vez se ha diagnosticado la enfermedad y es en el proceso de diagnóstico donde existen necesidades no resueltas. Por ello, la Unidad de Radiología y a la Unidad de Oncología Médica colaboran con la Universidad Politécnica de Valencia en el desarrollo e implantación de herramientas de soporte al diagnóstico del cáncer.

El equipo de ingenieros pertenece al Grupo de Grid y Computación de Altas Prestaciones (GRyCAP) del Instituto de Instrumentación en Imagen Molecular (I3M) cuya actividad principal es el desarrollo y utilización de las tecnologías Grid, Cloud y computación de altas prestaciones en diferentes ámbitos como la ingeniería, la biomedicina, el e-gobierno o la computación científica. En concreto este proyecto ha sido desarrollado por integrantes del área de Aplicaciones Biomédicas centrada en aplicación de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) a la medicina.

El marco de este proyecto es la colaboración de estos dos equipos de trabajo con el fin de crear una herramienta o aplicación informática para la adquisición e introducción de la información de diagnóstico, seguimiento y respuesta de tratamientos de cáncer de mama de forma estructurada, para así permitir su explotación masiva. Una de las premisas del desarrollo

de la aplicación es que esta sea aceptada por parte de los radiólogos (usuarios finales) que la utilizarán, por ello, en la planificación se incluye la realización de un estudio de usabilidad.

Con anterioridad al inicio del presente proyecto, estos dos equipos ya habían participado en proyectos similares. Es el caso del proyecto CVIMO [1] en el que cinco hospitales de España y la Universidad de Politécnica de Valencia (UPV) crearon un repositorio distribuido de imágenes médicas e informes estructurados, con el objetivo de estudiar el cáncer de pulmón, hígado y del sistema nervioso central.

## 1.2 PROBLEMA

En la práctica clínica habitual del estudio radiológico de cáncer de mama, el proceso de generación de informes radiológicos se inicia por parte de un médico oncólogo con la solicitud de realización de ciertas pruebas o exploraciones radiológicas (ecografía, resonancia magnética, mamografía, etc.) que hay que realizarle a la paciente. El radiólogo es el encargado de llevar a cabo las exploraciones solicitadas de las que se obtienen las imágenes médicas digitales, y posteriormente de redactar el informe de resultados radiológicos correspondiente.

En los centros hospitalarios existe variedad de sistemas informáticos y dispositivos que generan, transmiten y almacenan las imágenes médicas digitales obtenidas. Estos sistemas ofrecen un buen rendimiento en entornos locales centrados en el tratamiento de pacientes. Sin embargo, el proceso actual de generación de informes presenta carencias que dificultan tanto la práctica médica como la investigación.

Al respecto de la práctica médica, una de las carencias en este proceso es la falta de estructuración y homogeneización de dicha información: “Los informes radiológicos no sólo presentan una clara disparidad en la estructura, vocabulario y estilo sino que también constituyen una fuente relevante de incongruencias. Así, con relativa frecuencia, los informes no responden a la justificación clínica que los generó, contienen errores clínicamente relevantes, no llegan al médico que los solicitó en el tiempo adecuado presenta un lenguaje que contiene términos ambiguos y no estandarizados. Los esfuerzos de la Radiological Society of North America para generar un léxico radiológico unificado, y los del DICOM Standards Committee, estructurando explícitamente el informe, son una muestra de la necesidad de optimizar este proceso” [2]

Esta circunstancia se agrava cuando un paciente afectado de una enfermedad concreta tiene que pasar por distintos profesionales para recibir tratamiento, pues el estilo y el uso heterogéneo de términos empleada por cada uno de ellos sugieren diferentes interpretaciones de un mismo caso entre unos y otros.

Otro inconveniente consecuencia de la heterogeneidad en el uso del lenguaje es que, al utilizar sistemas de información y almacenamiento de esos términos en una base de datos de forma no estructurada, muchos casos no serán comparables automáticamente. Esta situación dificulta la investigación y la explotación masiva de datos para la realización de estudios.

En cuanto a la investigación médica, especialmente en el estudio del cáncer, es necesaria la obtención de patrones en casos similares, la validación de técnicas y diagnósticos mediante el estudio sistemático de gran cantidad de casos. En la sección de radiología del Hospital Peset, la

realización de informes a partir de los estudios de imagen médica se realiza de forma manual en documentos de texto redactados en el lenguaje natural de cada radiólogo, utilizando diferentes términos para referirse a los mismos conceptos. Por lo tanto, no existe una infraestructura preparada para la gestión de los datos radiológicos capaz de ofrecer a sus usuarios información oncológica clasificada y que permita almacenarla estructuradamente en repositorios digitales (bases de datos).

En cualquier caso, para resolver las carencias del proceso actual resulta necesario proveer un sistema de información que facilite tanto el diagnóstico médico de cada caso clínico particular, como la explotación de los datos almacenados para la investigación.

Además, si se construye un sistema de información que permita su utilización en entornos colaborativos formados por varios centros hospitalarios, se aumentará notablemente la potencialidad y efectividad de la identificación de casos similares a partir de la comparación de un volumen considerable de estudios. Como resultado, se optimizaría la investigación oncológica.

El proyecto de construir una herramienta de estas características se enfrenta a varios retos.

1. Los datos radiológicos se guardan habitualmente en el historial de cada paciente, dificultando el acceso a la información. Aún unificando el acceso a la información radiológica mediante una herramienta informática, debemos enfrentarnos al hecho de que cada radiólogo genera un volumen importante de datos sobre los estudios que diagnostica. Tomados en su conjunto, la gestión del conocimiento en la investigación se torna una tarea difícil e imprecisa.

Dado que el exceso de información puede dificultar notablemente la usabilidad de los sistemas, también es necesario crear un esquema conceptual (ontología) que permita organizar y filtrar la información en función del tipo de análisis que se quiera realizar. De esta manera, dentro de una misma área médica o grupo de investigación conviene definir diferentes subconjuntos de información (por ejemplo, sobre una ontología apropiada para la investigación de cáncer de mama se podría realizar un estudio sobre carcinoma ductal, de forma que se obtenga únicamente la información relacionada con el carcinoma ductal). En este caso se trabaja sobre las mismas bases de datos pero se accede a diferentes niveles de información.

2. En los últimos años, la demanda de muchos sectores profesionales, entre los que se encuentra la medicina, ha fomentado el desarrollo de productos software que se constituyen como soporte principal de gran parte de las actividades profesionales, especialmente de organización y gestión de la información. En cualquier caso, los productos software deben contemplar no sólo aspectos de funcionalidad sino también de usabilidad, ya que estas aplicaciones no tienen únicamente como objetivo poner a disposición de los usuarios información exacta, sino también orientar adecuadamente al usuario en su introducción y búsqueda, guiándole en los procedimientos más apropiados de acuerdo con sus objetivos, sus conocimientos previos o sus necesidades y perfiles.

A menudo, las aplicaciones informáticas que tratan de resolver un problema introducen otro debido a su falta de usabilidad. Un software desarrollado sin tener en cuenta

principios de usabilidad corre el riesgo de provocar problemas en la ejecución de tareas sobre el mismo. En el menos grave de los casos, la falta de usabilidad dificulta la buena acogida del software, porque los problemas en el diseño complican su utilización y el aprendizaje de su funcionamiento. En el peor de los casos, esta vez en el contexto médico, sus consecuencias pueden llegar a ser graves dado que una mala usabilidad puede repercutir negativamente en la toma de decisiones que afectan a la salud de las personas. Varios estudios [3] han puesto de relieve que ciertos problemas en el diseño de aplicaciones de atención médica, efectivamente, llevaron a errores, a veces de consecuencias letales. En [4] se describe una experiencia para investigar la relación entre los problemas de usabilidad de la interfaz en una aplicación para la prescripción médica (creación de recetas) y los errores cometidos por los usuarios (médicos). Por ejemplo, un defecto de usabilidad en un componente de entrada de datos que no sugería al usuario la existencia de varias alternativas fue la causa de numerosos fallos por parte de los usuarios (tanto errores como retrasos). En concreto, el componente defectuoso era una lista desplegable mal diseñada y los fallos cometidos eran relativos a la selección del valor de frecuencia de la medicación prescrita.

El origen de la falta de usabilidad de las aplicaciones informáticas se encuentra, a menudo, en las primeras fases de su proceso de desarrollo: en muchos casos se realizan sin tener en cuenta las necesidades del usuario final, suponiendo a largo plazo unos costes mucho mayores en re-adaptaciones o incluso el rechazo de estos productos. Por contra el desarrollo de sistemas usables produce beneficios de largo plazo, como el aumento de la productividad, la reducción de errores, reducción de costes adicionales en formación y soporte al usuario y por supuesto provoca una buena aceptación por parte de los profesionales que la van a utilizar.

Con el fin de resolver los problemas observados en la práctica médica y la investigación del Hospital Dr. Peset, decidimos acometer el diseño y desarrollo de la herramienta “Generación de Informes Estructurados para cáncer de mama” para facilitar la gestión (introducción y consulta) de informes radiológicos. Además, se pretende hacer énfasis en la usabilidad y adaptabilidad del producto, adoptando un método de diseño que tenga en cuenta e integre al usuario final en las distintas fases de su desarrollo.

### 1.3 OBJETIVOS

En términos generales, el proyecto donde se enmarca este PFC tiene como meta el diseño, implementación y evaluación de un producto software denominado “Generación de informes estructurados para el cáncer de mama” que soporte las siguientes funciones:

- Almacenamiento, gestión y comunicación de la información procedente de los estudios de imagen médica en el formato estándar de codificación de imágenes DICOM.
- Generación de informes estructurados en el formato estándar DICOM-SR, a partir del análisis e introducción de información observada en dichos estudios por parte del médico radiólogo en base a ontologías seleccionadas previamente.
- Cálculo automatizado de ciertos valores en base a los datos introducidos en un estudio. Estos valores son de apoyo para la toma de decisiones en el proceso de diagnóstico del cáncer de mama.
- Consulta de las bases de datos de los informes estructurados DICOM-SR ya generados.

En este marco general, este PFC tiene como objetivo principal:

1. Desarrollar un **interfaz para el producto software** que posibilite un uso **eficaz, eficiente y satisfactorio para el usuario**. Dicho de otra manera, conseguir un interfaz que el usuario considere fácil de aprender y de usar teniendo en cuenta el tiempo, la cantidad de pasos ejecutados y el nivel de éxito obtenido al llevar a cabo sus tareas.

Para cumplir este objetivo se marcan los siguientes objetivos secundarios:

2. Aplicar una **metodología de diseño del producto software centrado en el usuario (DCU)** que incluya en varias de las etapas de su desarrollo un proceso iterativo de evaluación y mejora del mismo.
  - a. **Implicar al usuario final** en el proceso de desarrollo tanto en las fases en las que se definan requisitos del producto como en la evaluación de la solución o soluciones obtenidas a partir de ellos, p. ej. realizando una evaluación de usabilidad con usuarios.
  - b. Conocer las **necesidades particulares del ámbito de aplicación del producto y del usuario** al que está destinada la aplicación así como los flujos y procesos de su trabajo. Para desarrollar interfaces usables hay que entender los objetivos del usuario, conocer las tareas del usuario que una aplicación automatiza o modifica.
3. **Evaluar la idoneidad de la interfaz del producto** a las necesidades del usuario, la facilidad con la que los usuarios puedan localizar la información, el éxito en la realización de las tareas... a partir de la perspectiva de expertos en interfaces y de los usuarios finales a los que va dirigido el producto.

### 1.4 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

Este PFC presenta el trabajo realizado en colaboración con el equipo de ingenieros del grupo de investigación GRyCAP, enfocándose concretamente en mi aportación profesional como diseñadora web y de interfaz para el proyecto de colaboración entre la Universidad Politécnica de Valencia y el Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia descrito en el apartado 1.1 Contexto del presente capítulo.

Se centra en la revisión de las cuestiones de ingeniería y diseño relevantes para el desarrollo y el diseño de una interfaz informática a medida de las necesidades de ciertos usuarios, en la

evaluación de su usabilidad para detectar defectos y en las recomendaciones de rediseño destinadas a resolver los defectos encontrados.

Quedan fuera del ámbito de este proyecto la implementación de las funcionalidades de la aplicación (la capa de negocio), lo concerniente al diseño de las bases de datos subyacentes (la capa de persistencia) y la implementación de sus protocolos de comunicación y de redes .

## 1.5 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

Este proyecto consta de una serie de capítulos dedicados a las diferentes fases y partes del proyecto:

Capítulo 1: **Introducción**. Descripción del marco de trabajo en el que se ha realizado el presente PFC, definición del problema y objetivos y estructura del presente documento.

Capítulo 2: **Estado del arte**. Resumen de los conceptos más importantes para este trabajo. Estudio de mercado como base de la generación de requisitos iniciales para el desarrollo del producto.

Capítulo 3: **Diseño de la interfaz del producto**: Detalle de las funcionalidades y componentes del producto y su traslación al entorno gráfico de la interfaz.

Capítulo 4: **Evaluación del diseño**. Realización de pruebas que permiten valorar la calidad el producto a nivel de usuario final. Descripción de los objetivos de la evaluación

Capítulo 5: **Resultados**. Exposición de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas en la evaluación.

Capítulo 6: **Conclusiones**. Lo aprendido por el camino. Líneas futuras de trabajo a partir de guías de rediseño del producto en base a los resultados de la evaluación anterior.

Capítulo 9: **Publicaciones**. Relación de publicaciones científicas.

Capítulo 8: **Referencias**. Detalle de todas las referencias utilizadas en este documento.

Capítulo 9: **Apéndices**. Información complementaria del trabajo realizado.

## 2 ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se estudia, a nivel conceptual, los procesos y características del entorno que han marcado el desarrollo creativo del presente proyecto. Para ello, se estudian los trabajos previos y se incide en sus aspectos más relevantes. En la última sección del capítulo se realiza un estudio de mercado de productos similares o, en su defecto, de aplicaciones informáticas disponibles o en desarrollo. Esto permite realizar una comparativa, cuyas conclusiones sirven de punto de partida para realizar el diseño del interfaz del producto.

Aunque cada vez con más frecuencia la participación de diseñadores en los proyectos de desarrollo de software se produce en las primeras fases del proceso diseño de dichos productos, lo cierto es que en el momento de acometer un diseño de interfaz ya existen normalmente condicionantes del cliente y/o tecnológicos. Aunque en la mayoría de los casos no es imprescindible que un diseñador o diseñadora conozca en profundidad todo el marco conceptual del dominio profesional del producto, sí ha de saber extraer y considerar las características que van a tener implicaciones en su trabajo.

En nuestro caso, dado el carácter multidisciplinar del desarrollo del producto, los conceptos estudiados en este capítulo se inscriben en tres áreas profesionales y establecen ciertas relaciones entre ellas:

- La *medicina* es el área profesional del cliente para el que se desarrolla este proyecto. El ámbito particular al que nos enfrentamos es la creación de informes radiológicos para el diagnóstico y la investigación médicas. Se han detectado problemas en la práctica actual que se desean resolver.
- La *ingeniería informática*, en concreto la ingeniería del software, considera las diversas tecnologías utilizadas en el producto para compartir recursos e información mediante soporte informático. En nuestro caso, esta ingeniería se aplica en el área de la medicina con el fin de resolver los problemas detectados.
- El *diseño* es una disciplina esencial en el desarrollo del producto software, puesto que debe solucionar los problemas observados sin introducir nuevas dificultades. Para ello es necesario llevar a cabo un diseño centrado en el usuario que garantice una buena experiencia de la interacción persona-máquina mediante su adaptación al uso real.

## 2.1 MEDICINA

La medicina es la ciencia que se ocupa del estudio de la vida y de la salud, como tal se viene ejerciendo desde la antigüedad. Utiliza los conocimientos químicos y el desarrollo de técnicas para curar a las personas y para prevenir enfermedades. A lo largo de la historia y en cada una de las culturas esta ciencia se ha desarrollado paralelamente al avance tecnológico del momento.

Tal y como se señala en el capítulo anterior, el objetivo 2.b. de este PFC es conocer las necesidades del usuario para el que está destinado el producto software con el fin de asegurar que el producto las satisface. Por esta razón ha sido necesario estudiar los procesos que se llevan a cabo habitualmente en el área profesional, la generación de informes médicos y la terminología específica de la especialidad de la medicina para la que se va a desarrollar la aplicación.

Todos ellos se describen en esta sección.

### 2.1.1 PROCESOS CLÍNICOS. EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO

Normalmente, el punto de partida para definir un proceso tecnológico de automatización de tareas es el proceso correspondiente del campo científico, o su metodología. En nuestro caso se trata de los procesos clínicos utilizados por nuestros usuarios potenciales, los médicos.

Gran parte de los procesos clínicos se originan en la relación médico-paciente a partir de la enfermedad de este último como elemento de nexo entre ambos. En el marco de la salud institucional un **proceso clínico** es un conjunto de actividades sistematizadas a partir del método científico (en nuestro caso, el método clínico) cuya finalidad principal es elevar el estado de salud de la población. Los procesos clínicos se han ido transformando con el paso del tiempo en concordancia con el avance del conocimiento y el tecnológico.

Uno de los procesos clínicos más importantes es el **episodio diagnóstico**. Al establecerse la demanda de atención médica por parte de un paciente, el médico que lo atiende realizará determinadas actividades del proceso clínico para analizar su estado de salud. El resultado de este análisis es un diagnóstico médico que identifica la enfermedad o, al menos, el síntoma del problema de salud.

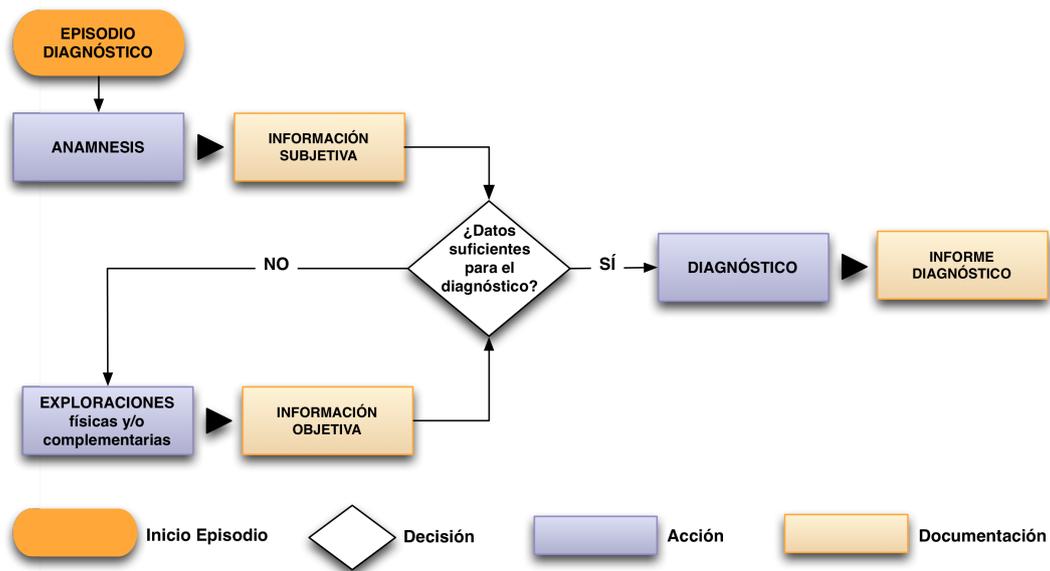


FIGURA 1. ACTIVIDADES Y RESULTADOS DE UN EPISODIO DIAGNÓSTICO

En la Figura 1 se muestran las actividades y resultados del episodio diagnóstico:

- **Anamnesis:** Cuando se inicia una consulta médica se establece un diálogo entre el médico y el paciente de la que se extrae la información subjetiva que pueda ayudar a determinar su situación clínica. Esta información está compuesta por datos personales del paciente, antecedentes familiares y propios, síntomas que experimenta, etc. También se recogen los signos que detecta el médico a través de la observación del paciente.
- **Exploraciones:** Con la finalidad de confirmar o descartar una enfermedad concreta, el médico decide acerca de la conveniencia de realizar exploraciones de las que recabar datos objetivos como:
  - **Exploración física:** inspección del paciente realizada por parte del médico, normalmente palpación, percusión y auscultación para obtener signos clínicos más específicos.
  - **Exploraciones complementarias** realizadas al paciente, como por ejemplo:
    - Pruebas de laboratorio, como el análisis bioquímico.
    - Técnicas de diagnóstico por imagen, como la ecografía, la radiografía o la resonancia magnética.
    - Otras técnicas: como las biopsias pre-quirúrgicas o post-quirúrgicas.

Una vez establecido el **diagnóstico clínico** de la enfermedad, el médico puede aconsejar un tratamiento o conjunto de medidas (higiénicas, farmacológicas, quirúrgicas...) encaminadas a recuperar el estado de salud del paciente.

A partir de un episodio diagnóstico el médico podría establecer otros dos tipos de episodios relacionados con éste:

- **Episodios de respuesta** en los que se estudian los efectos del tratamiento.
- **Episodios de seguimiento** en el que se realiza un seguimiento del estado de salud del paciente sin necesidad de tratamiento, por ejemplo en una revisión periódica rutinaria.

## 2.1.2 INFORMES MÉDICOS

Cada una de las actividades del proceso diagnóstico que hemos visto en la sección anterior (anamnesis, exploraciones físicas o complementarias y diagnóstico clínico) suele dar lugar a la creación de un documento por parte del médico donde se registra toda la información relevante y/o la evaluación asociada a esa actividad, (p.ej. lo que ha expresado el paciente, lo que ha observado el médico, las decisiones que ha tomado). Se suele referir a esos documentos como **informes médicos**.

El conjunto de informes médicos que hace referencia al estado de salud de un paciente se agrupa en su **historial médico** (también llamado expediente clínico), recogiendo toda la información obtenida a partir de los procesos aplicados en la práctica médica habitual.

Con la incorporación de las TIC a los procesos médicos, la información pasa a formar parte de un sistema integrado de información clínica (CIS) o a un sistema de información hospitalario (HIS) accesible por usuarios del centro o incluso inter-centros.

### 2.1.2.1 INFORMES DE RADIODIAGNÓSTICO

Los informes de resultados de las exploraciones radiológicas constituyen un grupo de informes médicos donde se recaba información específicamente relacionada con el tipo de exploración que ha sido realizada: mamografía, ecografía, resonancia magnética, biopsia, etc. Por ejemplo, según la Oncoguía de cáncer de mama de la Comunidad Valenciana [5], el informe mamográfico ha de contemplar:

1. **Descripción de la composición** de la glándula.
2. **Lectura descriptiva** de los hallazgos en las imágenes médicas utilizando terminología científica del dominio profesional como son nódulo/masa, calcificaciones, desestructuración, alteraciones en la piel o en el pezón, etc.
3. **Localización** del hallazgo en función de la zona de la mama donde está situado y su lateralidad (mama izquierda o derecha).
4. **Estudio comparativo** con anteriores donde se valoran cambios o imágenes de nueva aparición.
5. **Clasificación en categorías** según el grado de sospecha o gravedad deducida de los hallazgos observados que conforman un escala de valores que van desde la normalidad, hasta el cáncer de mama.

### 2.1.3 TERMINOLOGÍAS Y SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN EN MEDICINA

Como ya hemos visto en la sección 1.2, el hecho de que cada médico pueda utilizar diferentes términos para definir el mismo caso clínico puede causar ambigüedad y confusión.

Por esta razón, dada la necesidad de llegar a un consenso entre profesionales y aprobar el uso de una o varias **terminologías** científicas estándar, ciertos vocabularios de uso internacional compuesto por términos neutros y precisos que nombren conceptos relacionados con la técnica. Una terminología está constituida por conceptos, términos y relaciones con el fin de representar con precisión la información médica.

Cada área médica tiene sus propios vocabularios. A la hora de realizar el diseño y el desarrollo del producto hemos tenido en consideración algunas terminologías utilizadas en radiología como:

1. **Snomed-CT** (*Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms*) [6]. Es una terminología de referencia mundial en cuanto a nomenclatura en medicina, disponible en cualquier lenguaje. Permite a los profesionales de la salud codificar las enfermedades, la información clínica asociada y el diagnóstico de forma precisa e inequívoca.

Como se ve en la Figura 2, SNOMED-CT se estructura en **conceptos** representados por una definición distintiva (**Fully Specified Name, F**) y un código identificador único (**ConceptID**). Cada concepto está asociado a todos los términos que dan nombre al concepto, **sinónimos (S)** válidos de entre los que siempre indica cual es el **término preferido (P)**. Por último cada concepto tiene definidas las **relaciones (D)** que mantiene con otros.

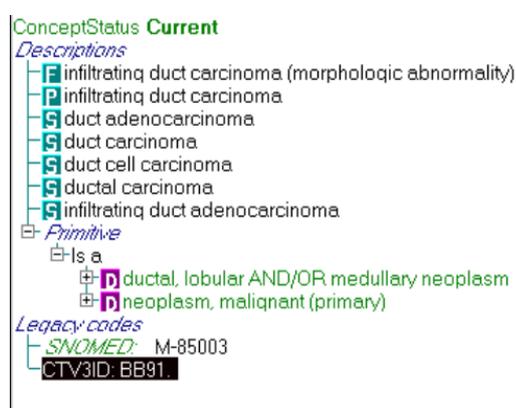


FIGURA 2. SNOMED-CT: TÉRMINOS Y RELACIONES PARA EL CONCEPTO CARCINOMA DUCTAL INFILTRANTE

2. **RADLEX** (Radiological Society of North America – RSNA), es un conjunto unificado de términos de radiología específico y estructurado.

CONCEPT_NAME		
	CODE_VALUE	CODE_MEANING
Cuadrante Supero-Externo (CSE)	RID29928	upper outer quadrant of breast
Cuadrante Infero-Externo (CIE)	RID29934	lower outer quadrant of breast
Cuadrante supero-interno (CSI)	RID29931	upper inner quadrant of breast
Cuadrante Infero-Interno (CII)	RID29937	lower inner quadrant of breast
Línea Intercuadrántica Externa (LIE)	RID29946	Lateral region of breast
Línea Intercuadrántica Superior (LIS)	RID29940	Superior region of breast
Línea intercuadrántica inferior (LIInf)	RID29952	Subareolar region of breast
Línea Intercuadrántica interna (LIInt)	RID29943	Medial region of breast
Retroareolar	RID29949	Central region of breast
Pezón	RID29902	Nipple
Areola	RID29911	Areola
Prolongación axilar	RID28643	Structure of axillary tail of breast
Axila	RID1357	Tip of axillary tail of breast

TABLA 1. TERMINOLOGÍA Y CODIFICACIÓN RADLEX PARA LA LOCALIZACIÓN DE ZONAS DE LA MAMA

En la Tabla 1, cada concepto se refiere a una ubicación en la mama se concreta con **par código + significado**:

Como apoyo a la tabla anterior, la Figura 3 establece gráficamente la correspondencia con las zonas en las que la terminología médica divide la mama.

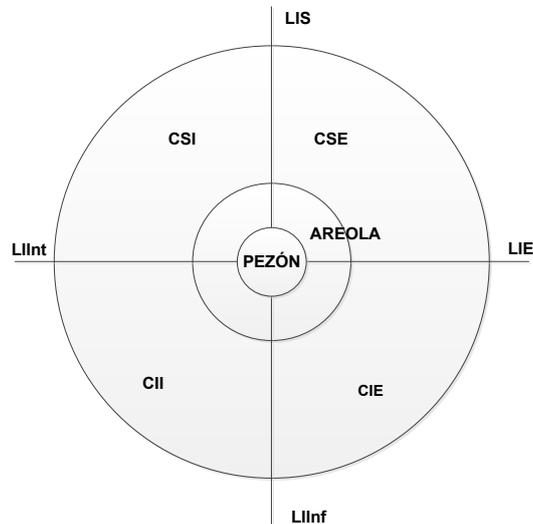


FIGURA 3. ZONAS DE LA MAMA DERECHA

3. **BI-RADS** (Breast Imaging Reporting and Data System) [7], fue desarrollado en 1992 por el American College of Radiology (ACR) con el objetivo de definir una terminología universal para clasificar los hallazgos encontrados en exploraciones radiológicas. En la Tabla 2 BI-RADS evalúa los resultados de una mamografía, resonancia magnética o ecografía según el grado de sospecha de malignidad de una lesión mamaria que van del cero al seis.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	PROBABILIDAD
<b>Clase 0</b>	Evaluación mamográfica Incompleta. Necesita una evaluación adicional con otro estudio, no es posible determinar alguna patología.	Realizar estudios complementarios.	
<b>Clase I</b>	Evaluación mamográfica Completa. Sin Hallazgos encontrados.	Se recomienda control periódico habitual.	0% de posibilidades de cáncer.
<b>Clase II</b>	Evaluación mamográfica Completa. Hallazgos encontrados benignos.	Se recomienda control rutinario periódico.	0% de posibilidades de cáncer.
<b>Clase III</b>	Evaluación mamográfica Completa. Hallazgos encontrados con probable benignidad. Se realiza Biopsia si existe deseo de la paciente o puede presentar problemas clínicos.	Precisa control a corto plazo. Recomendable control a los 6 meses y controles adicionales si los precisa durante 2 años o más, para demostrar la estabilidad de la lesión.	< 2% de posibilidades de cáncer.
<b>Clase IV</b>	Evaluación mamográfica Completa. Hallazgos encontrados dudosos de malignidad. Se requiere de biopsia. Consta de 3 grados de acuerdo con su porcentaje de malignidad.	Precisa control si la biopsia es negativa.	
	A. Baja sospecha de malignidad.	Si la biopsia es negativa se deberá realizar un seguimiento a los 6 meses.	Del 3 al 49% de posibilidades de cáncer.
	B. Sospecha media de malignidad.	Si la biopsia es negativa se debe realizar seguimiento según la concordancia clínico-radiológica.	Del 50 al 89% de posibilidades de cáncer.
	C. Sospecha intermedia de malignidad.	Si la biopsia es negativa, es imperativo un control a los 6 meses.	Del 90 al 94% de posibilidades de cáncer.
<b>Clase V</b>	Evaluación mamográfica Completa. Hallazgos encontrados con alta sospecha de malignidad.	Debe de realizarse la acción más apropiada: -intervención quirúrgica sin biopsia previa. -tratamientos oncológicos con biopsia previa (ganglio centinela o quimioterapia neo adyuvante inicial).	> 95% de posibilidades de cáncer.
<b>Clase VI</b>	Evaluación mamográfica Completa. Hallazgos encontrados malignos comprobados mediante biopsia.	Acción Terapéutica más apropiada.	100 % cáncer

TABLA 2. CATEGORÍAS BI-RADS PARA LESIONES MAMARIAS Y ACCIONES A TOMAR EN CADA CASO

4. Por último, el sistema **TNM** se utiliza para estadificar el cáncer de mama. Se basa en el **tamaño del tumor (T)**, el **grado de diseminación** a los ganglios linfáticos (**N**), y la presencia

de **metástasis (M)**. Un número se añade a cada letra para indicar el tamaño o extensión del tumor y el grado de diseminación del cáncer. En la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 se muestra de forma resumida los términos empleados en el TNM recogidos en el AJCC Cancer Staging Manual [8].

<b>TX</b>	El tumor primario no puede ser evaluado
<b>T0</b>	No hay evidencia de tumor primario
<b>Tis</b>	Carcinoma in situ (CIS; células anormales están presentes pero no se han diseminado a los tejidos cercanos. Aunque no es cáncer, el CIS puede progresar a cáncer y algunas veces se llama cáncer pre-invasor)
<b>T1, T2, T3, T4</b>	Tamaño y extensión del tumor primario

TABLA 3. VALORES DEL TUMOR PRIMARIO (T) EN LA TERMINOLOGÍA TNM PARA CÁNCER DE MAMA

<b>NX</b>	No es posible evaluar los ganglios linfáticos regionales
<b>N0</b>	No existe complicación de ganglios linfáticos
<b>N1, N2, N3</b>	Complicación de ganglios linfáticos regionales (número de ganglios linfáticos y grado de diseminación)

TABLA 4. VALORES DE LOS GANGLIOS LINFÁTICOS REGIONALES (N) EN LA TERMINOLOGÍA TNM

<b>MX</b>	No es posible evaluar una metástasis distante
<b>M0</b>	No existe metástasis distante
<b>M1</b>	Presencia de metástasis distante

TABLA 5. VALORES PARA LA METÁSTASIS DISTANTE (M) EN LA TERMINOLOGÍA TNM PARA CÁNCER DE MAMA

## 2.2 INFORMÁTICA

Como ya vimos en el capítulo anterior, el objetivo principal de este PFC es el desarrollo de una interfaz específica para un **producto software**<sup>1</sup> que permita la realización de ciertas tareas al usuario. En base a las características del producto que se quiere desarrollar, la informática (o ingeniería del software) utiliza ciertas tecnologías que van a ser objeto de estudio en esta sección.

Como sabemos, la ingeniería del software produce herramientas que soportan y, en ocasiones, automatizan tareas humanas para facilitar la consecución de ciertas metas. Un producto software es, por lo tanto, una herramienta informatizada que facilita conseguir una meta porque proporciona funcionalidades apropiadas. Una **funcionalidad** es un comportamiento del software que un usuario percibe como útil porque le permite resolver una tarea o parte de ella.

Desde que el hombre utiliza máquinas, ha necesitado idear o fabricar ciertos mecanismos para manejarlas. Un **interfaz** es el conjunto de elementos que utiliza una persona para controlar una máquina [9]. El usuario no necesita conocer cómo funciona internamente la máquina. Cada uno de los elementos del interfaz le proporciona la información suficiente para manejarlo y ofrece el mecanismo más simple posible para su manipulación.

Como se explicará más detalladamente en el apartado 2.2.4 los usuarios interactúan con una aplicación software a través de su interfaz. Una funcionalidad se suele asociar (adscribir) a uno o varios **componentes de interfaz**, de manera que se dice que esos componentes soportan esa funcionalidad.

A lo largo de esta sección se estudian varios conceptos que en gran medida condicionan el desarrollo del interfaz del producto software y que son utilizados con frecuencia en este PFC. Estos son la imagen médica, la tecnología GRID y el desarrollo de ontologías.

Desde la década de 1950, la informática ha permitido un avance en los servicios y tecnologías de apoyo en las ciencias de la salud. Las herramientas informáticas proveen funcionalidades que soportan una o varias de las tareas de captura, procesamiento, almacenamiento y distribución de la información, así como el control de dispositivos robotizados. En radiología, y más concretamente en el diagnóstico de lesiones de cáncer de mama, se utilizan dispositivos específicos de obtención y tratamiento de imágenes médicas como se describe en el apartado 2.2.1.

Como vimos en la sección anterior, en medicina se utilizan vocabularios y terminologías que clasifican y representan síntomas, enfermedades y tratamientos. De manera análoga el uso de ontologías, como se expone en el apartado 2.2.2 permite que las herramientas informáticas soporten los procesos de representación del conocimiento de las ciencias de la salud, facilitando la toma de decisiones.

Debido a la expansión de Internet buena parte del software se desarrolla en la web<sup>2</sup> con la creación de aplicaciones y servicios a los que se accede en remoto con una arquitectura

---

<sup>1</sup> En el contexto de este PFC, producto software es utilizado como sinónimo de aplicación informática.

<sup>2</sup> **WWW** (World Wide Web) Conocida como “la Web” o “la Red” es el sistema mundial de servidores y ordenadores conectados a Internet cuyo protocolo de comunicación entre ellos es http (Hyper Text Transfer Protocol).

cliente/servidor, esto es, cuando un usuario solicita un servicio o transacción desde el navegador de su ordenador<sup>3</sup> a un servidor encargado de responderla.

La práctica y la investigación médica también se benefician de la posibilidad de compartir en red recursos y datos disponibles remotamente. A medida que se implementan tecnologías de apoyo a la gestión del conocimiento, usuarios e instituciones que tienen una meta común se asocian para compartir aplicaciones, información o capacidad de procesamiento de sus máquinas. Tecnologías como el Grid, descrita en el apartado 2.2.3 permiten la integración de recursos distribuidos geográficamente.

Más concretamente, en el apartado 2.2.3.1, se describe TRENCADIS, que es la tecnología basada en Grid que va a soportar las funciones de almacenamiento de información en formato DICOM procedente de las imágenes médicas así como la generación de informes estructurados a partir del estándar DICOM-SR. El desarrollo tecnológico del presente PFC está enfocado desde el primer momento a crear un producto software basado en TRENCADIS para compartir recursos de almacenamiento entre diferentes centros médicos y hospitales.

## 2.2.1 IMAGEN MÉDICA

Los sistemas informáticos utilizan entornos gráficos a partir de representaciones bidimensionales de las imágenes codificadas en código binario (por ejemplo en formato .bmp<sup>4</sup>). Estas imágenes son llamadas imágenes digitales. La resolución de una imagen determina su calidad o nivel de detalle. A más calidad de imagen más tamaño de archivo.

Las **imágenes médicas** son un tipo de imágenes digitales obtenidas mediante diferentes técnicas del interior del cuerpo humano sin tener que abrirlo. Sobre su observación se basan los procesos médicos diagnósticos (ver apartado 2.1.1), las simulaciones quirúrgicas y gran parte de la investigación.

En 1895 W. Röntgen descubrió los rayos X y cómo estos pasan a través el cuerpo y su radiación es absorbida por los distintos tejidos en función de su densidad. Actualmente los radiólogos analizan imágenes médicas digitales obtenidas a través de la irradiación de diferentes tipos de energía como:

1. Rayos X en **tomografía** que obtiene imágenes de corte o de sección anatómica e incluso reconstrucciones tridimensionales.
2. La **resonancia magnética** recoge la señal emitida por células que han sido excitadas por radiación electromagnética: esta información se codifica e interpreta espacialmente como una imagen.

---

<sup>3</sup> **Navegador**, aplicación que permite navegar por el WWW interpretando la información de las páginas web (escrita generalmente en HTML) para presentarla en la pantalla del ordenador de un usuario.

<sup>4</sup> **BMP (Bitmap)** es un formato gráfico de mapa de bits que codifica y almacena cada punto de una imagen digital de manera independiente del método empleado por un dispositivo para representar el color. Existen diversos formatos: 1 bit (blanco y negro), 4 bits (16 colores), 8 bits (256 colores) y 24 bits (16.777.216 colores).

3. La **ecografía** recoge los ecos de ultrasonidos dirigidos sobre un cuerpo para formar las imágenes de masas internas.



FIGURA 4. EJEMPLOS DE IMÁGENES MÉDICAS: MAMOGRAFÍA, ECOGRAFÍA Y RESONANCIA MAGNÉTICA.

A partir de los años 70 se desarrolla la radiología digital sustituyendo la placa fotográfica por detectores electrónicos de alta resolución que permitieron mayor precisión en el diagnóstico gracias a la obtención de imágenes médicas de gran tamaño o resolución. Dado que la pérdida de información revierte en una pérdida de validez diagnóstica, normalmente las imágenes médicas digitales de cada estudio radiológico<sup>5</sup> se almacenan sin comprimir en los repositorios destinados a tal fin por las infraestructuras hospitalarias.

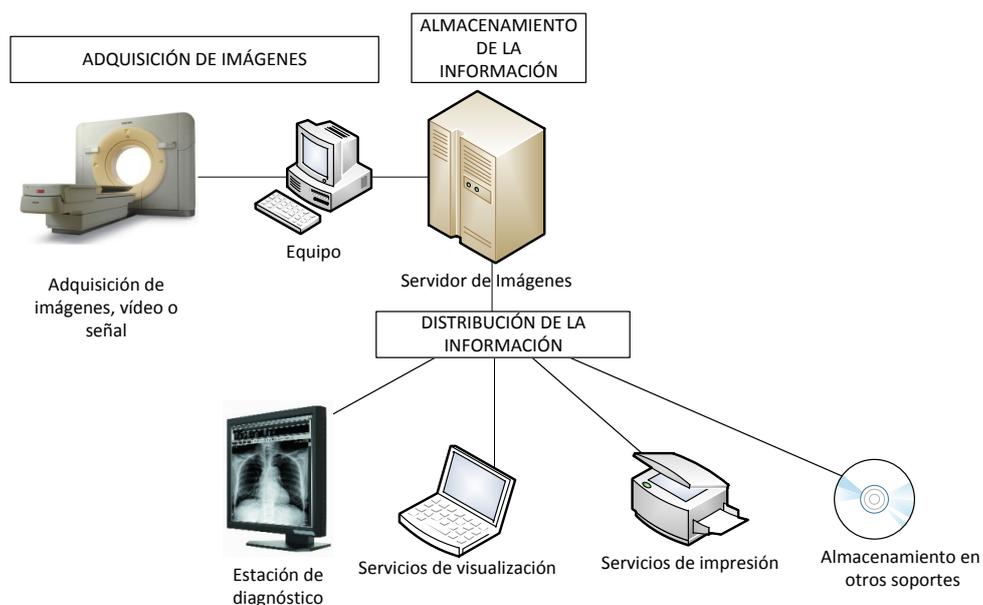


FIGURA 5. COMPONENTES DE UN PACS Y FLUJOS DE INFORMACIÓN

La Figura 5 ilustra los principales componentes de un sistema de archivado y de comunicación de imágenes médicas (PACS, Picture Archiving and Communication System) en un sistema hospitalario. Los equipos de obtención de imágenes médicas (TAC, Resonancia magnética, Ecógrafo...) como se ha explicado generan las imágenes médicas; estas son almacenadas en repositorios destinados a tal uso y enviadas a estaciones de diagnóstico u otros servicios de

<sup>5</sup> Un **estudio radiológico** es el conjunto de imágenes médicas obtenidas a partir de una exploración radiológica que se le ha realizado a un paciente.

visualización, donde el médico radiólogo puede observarlas y determinar su diagnóstico clínico. También se pueden imprimir o copiar en otros soportes (grabación en DVD o CD-ROM).

Las redes de comunicación se ocupan de conectar todos ellos y transmitir datos a nivel local o remotamente a través de internet y aplicaciones software.

### 2.2.1.1 EL ESTÁNDAR DICOM Y DICOM-SR

Existen varios estándares para la creación, comunicación y almacenamiento de imágenes médicas: Entre ellos, DICOM y DICOM-SR son ampliamente utilizados a nivel mundial.

En 1983 la National Electrical Manufacturers Association (NEMA) y el American College of Radiology (ACR) crearon el estándar de codificación Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM) [10] para asegurar la comunicación y procesos realizados en el ámbito de la imagen médica (adquisición, visualización, impresión y almacenamiento de la información radiológica) independientemente del fabricante del dispositivo utilizado en un centro médico concreto.

Desde entonces, el **estándar DICOM** ha sido adoptado por la mayoría de centros médicos del mundo para propiciar el intercambio de imágenes médicas digitales obtenidas las distintas técnicas (TACs, mamografía, resonancia magnética, medicina nuclear...).

Una de las ventajas que tiene el formato DICOM es que la información relevante de cada imagen, sus metadatos, y ésta permanecen asociadas no pudiéndose separar por error. Una cabecera o "File Meta Information Header" define el tipo de fichero y la codificación con la que ha de ser interpretada. También incorpora información relativa al paciente, al médico, al estudio o cualquier otro dato relevante para ser asociado con una imagen determinada.

La evolución del estándar *DICOM* permite en la actualidad gestionar más tipos de información como señales, vídeo o incluso informes estructurados de diagnóstico con la inclusión de ***DICOM-SR*** en 1999 en el suplemento 23 [11].

Sabemos que la codificación de conceptos y el uso de formatos estructurados que organicen la información reduce su ambigüedad y posibilita la obtención de informes más precisos que los realizados en idiomas naturales. Además, la información estructurada permite la búsqueda, almacenamiento, y la comparación con los elementos de datos similares.

*DICOM-SR* es el estándar para el intercambio de datos estructurados y observaciones clínicas asociadas a la imagen médica digital. Permite integrar las codificaciones radiológicas existentes como la nomenclatura sistematizada de medicina (*SNOMED*) (descrita en el apartado 2.1.3), o incluso añadir propias específicas.

Como vemos en la Figura 6 la estructura *DICOM-SR* consiste en una secuencia de nodos o “elementos de contenido” conectados entre sí jerárquicamente en forma de árbol.<sup>6</sup>

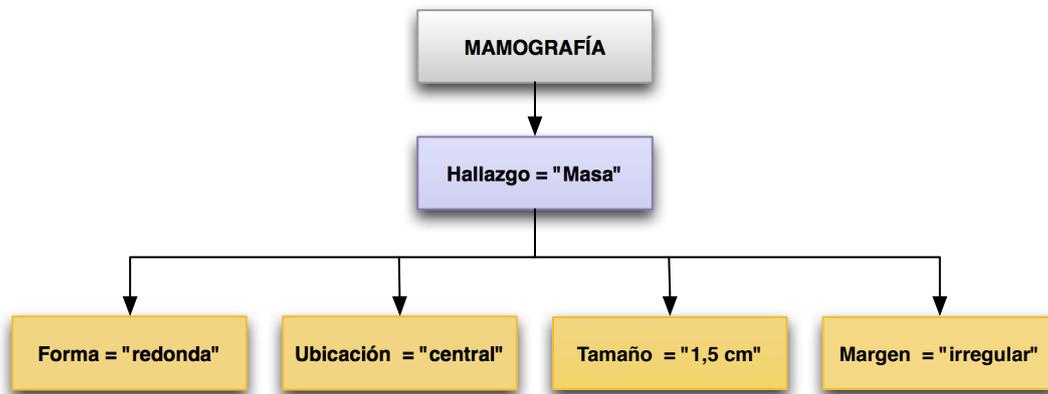


FIGURA 6. ESTRUCTURA EN ÁRBOL DE UN DOCUMENTO DICOM-SR. BASADO EN [12]

En la Tabla 6 se representa el hallazgo de un tumor maligno de forma redondeada de 1,5 cm de tamaño. Cada elemento de contenido está representado por un par nombre/valor tal que:

NOMBRE	VALOR
Hallazgo	Masa
Forma	Redonda
Ubicación	Central
Tamaño	1.5cm
Margen	Irregular

TABLA 6. CORRESPONDENCIA DE PAR NOMBRE/VALOR DE LA FIGURA 6

## 2.2.2 ONTOLOGÍAS

El exceso de información muchas veces dificulta la usabilidad de los sistemas de información. En medicina, como ya hemos visto, dado el gran volumen de datos clínicos es necesario estructurar y organizar semánticamente la información que se almacena en los repositorios. Creando conjuntos y subconjuntos de información se puede hacer accesible sólo la que es necesaria en un caso concreto.

Según la W3C una **ontología** define los términos a utilizar para describir y representar un área de conocimiento [13] y las relaciones entre ellos. En el ámbito médico existe un creciente interés por la definición de ontologías dado que permiten una comunicación no ambigua de conceptos detallados y complejos. Por su parte, la ingeniería informática incorpora las ontologías para definir vocabularios que las computadoras puedan manejar. De esta forma, la información está organizada semánticamente para ser utilizada y compartida por las personas, las bases de datos, y las aplicaciones informáticas.

<sup>6</sup> Un nodo es la unidad a partir de la cual se construye el árbol en función de sus conexiones con otros nodos. Así entre dos nodos consecutivos A y B de un árbol existe una relación de parentesco, si hay un enlace desde A hasta B, el nodo A es padre del nodo B. Al contrario, si el enlace va desde B hasta A, A es hijo de B.

### 2.2.2.1 APLICACIÓN DE ONTOLOGÍAS EN DICOM-SR

Dependiendo del uso para el que está destinado un determinado documento *DICOM-SR* se pueden crear o incorporar ontologías mediante plantillas que contengan los nodos y codificaciones adecuados y las relaciones posibles entre ellos para cada modalidad (patología, tipo de exploración...).

Por ejemplo, si un radiólogo quiere realizar un informe acerca de hallazgos presentes en un estudio radiológico basado en las imágenes médicas obtenidas por ecografía mamaria, la plantilla le mostrará sólo los ítems (o nodos) relacionados con ese tipo de exploración y no con los de una biopsia quirúrgica. Estos ítems están aceptados y regulados por la comunidad científica dada su capacidad para describir y clasificar dichos hallazgos.

Además, en las plantillas creadas con el estándar *DICOM-SR* es posible definir el tipo de datos de cada nodo (ver la Tabla 7).

TIPO DE CAMPO	DESCRIPCIÓN DEL VALOR
<b>CONTAINER</b>	Define elementos utilizados para estructurar los nodos en un documento de DICOM-SR
<b>TEXT</b>	Valores de texto
<b>CODE</b>	Conjunto de valores pre-definidos
<b>NUM</b>	Valores numéricos y sus unidades
<b>COORD</b>	Coordenadas espaciales y temporales en elementos DICOM (imágenes, ondas, ...)
<b>DATE</b>	Valores de fecha

TABLA 7. TIPOS DE NODOS MÁS COMUNES EN *DICOM-SR*

Para terminar, añadir que el estándar *DICOM-SR* permite definir características adicionales de los campos, como la multiplicidad de valores que puede tener el campo, la obligatoriedad del mismo o si un campo es condicional y su disponibilidad depende del valor de otro campo.

### 2.2.3 TECNOLOGÍA GRID

Los sistemas hospitalarios están diseñados para gestionar y almacenar las imágenes médicas y su información asociada dentro de un mismo centro médico, siendo poco versátiles para compartirla en un entorno colaborativo más amplio, como son diversos centros o instituciones [14]. Como se explica a continuación, los servicios Grid permiten crear sistemas que posibilitan el acceso eficiente a la información a distintos centros conectados entre sí de forma segura (mediante cifrado, administración de roles de usuario).

Como ya avanzábamos en la introducción de esta sección 2.2, la integración de recursos distribuidos del Grid aporta beneficios a diversas áreas científicas. En medicina, por ejemplo, se está utilizando en el análisis rápido de imágenes médicas complejas así como en la ayuda al diagnóstico y tratamiento.

El **Grid** es una tecnología que permite crear organizaciones virtuales (OVs) formada por usuarios distribuidos geográficamente y conectados normalmente mediante una red amplia

(p.ej. internet de banda ancha), compartiendo recursos de procesamiento, de almacenamiento, servicios e incluso aplicaciones de sus equipos informáticos) [15].

Dado el alto rendimiento de cálculo computacional que proporcionan los sistemas basados en Grid, las OV's pueden resolver problemas de gran escala, que requerirían supercomputadores y cuyos costes serían inviables para la mayoría de las organizaciones a nivel particular; por ejemplo, en el caso del diseño de medicamentos contra la malaria, los investigadores analizaron en GRID 140 millones de compuestos; un ordenador estándar conectado a internet habría tardado en realizar esta tarea alrededor de 400 años.

Tal y como muestra la 0 las organizaciones reales pueden formar una o varias OV's basadas en tecnología Grid independientes entre ellas, compartiendo ciertos recursos para realizar distintas tareas.

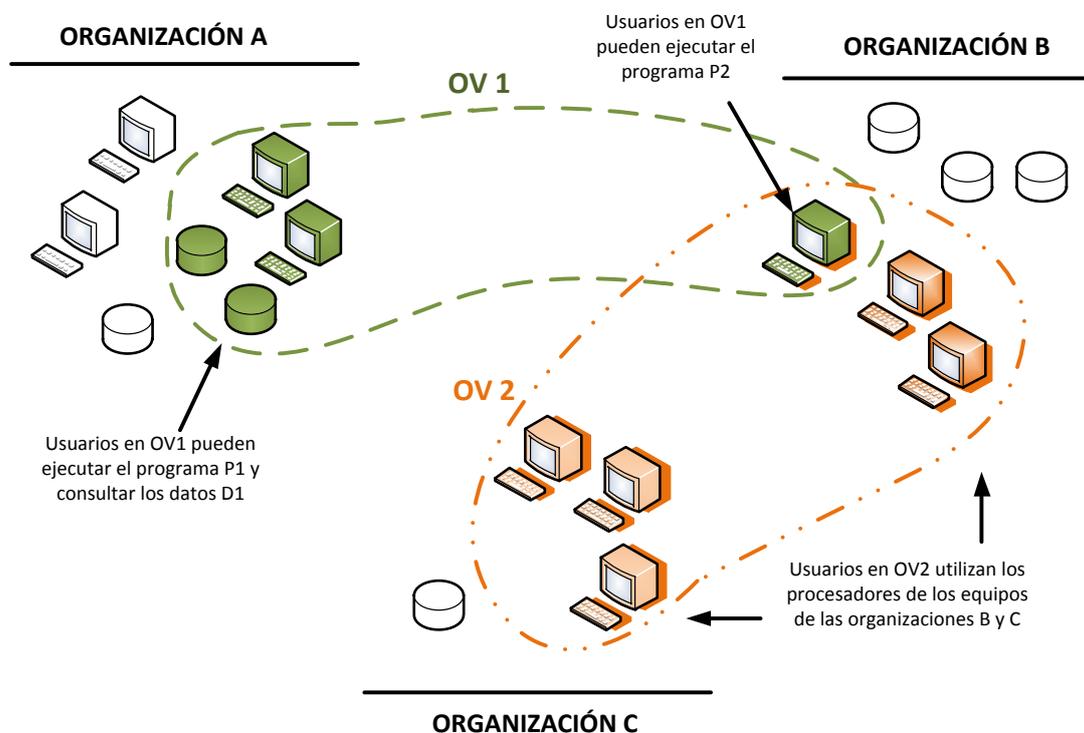


FIGURA 7. ORGANIZACIONES VIRTUALES GRID. ADAPTADO DE [15]

En la Figura 7, las organizaciones A, B y C son tres organizaciones reales que pertenecen a dos organizaciones virtuales (OV1 y OV2) que comparten sus recursos para realizar dos tareas distintas. La organización A comparte con la OV1 dos de sus equipos donde se puede ejecutar el programa P1; también comparte con esta OV dos bases de datos D1. Por su parte, la organización B participa en las dos OV: sus tres equipos se ponen en común para aumentar el rendimiento de cálculo de la tarea en OV2, además en uno de esos equipos está instalado el programa P2 que se comparte con OV1. Por último, la organización C pone en común sus tres equipos exclusivamente para realizar el procesamiento de la tarea de la OV2.

### 2.2.3.1 TRENCADIS

**TRENCADIS** (Towards a Grid Environment for Processing and Sharing DICOM Objects) es un software desarrollado por el grupo GRyCAP de la Universidad Politécnica de Valencia con el objetivo de gestionar los recursos y coordinar la participación en OV's Grid que impliquen la creación de repositorios virtuales de imágenes médicas.

Como ya se ha dicho, el desarrollo tecnológico del presente PFC va a utilizar TRENCADIS puesto que permite compartir recursos de almacenamiento entre diferentes centros médicos y hospitales. Y además:

- Permite el almacenamiento seguro y recuperación de imágenes médicas y sus datos clínicos asociados utilizando los estándares *DICOM* y *DICOM-SR*.
- Comparte recursos entre diferentes organizaciones utilizando tecnologías Grid.
- Se integra en los sistemas hospitalarios.
- Utiliza un modelo semántico de organización de los datos mediante ontologías, que permiten un mejor acceso y consulta a la información.
- Se destina principalmente a la investigación pues permite elaborar bases de conocimiento para conseguir un resultado, generalmente científico, inabordable de forma individual.
- Gestiona la seguridad del Grid mediante la especificación de qué datos se comparten y entre qué usuarios, así como la validación de la identidad de los mismos y el cifrado de la información que asegura su privacidad.

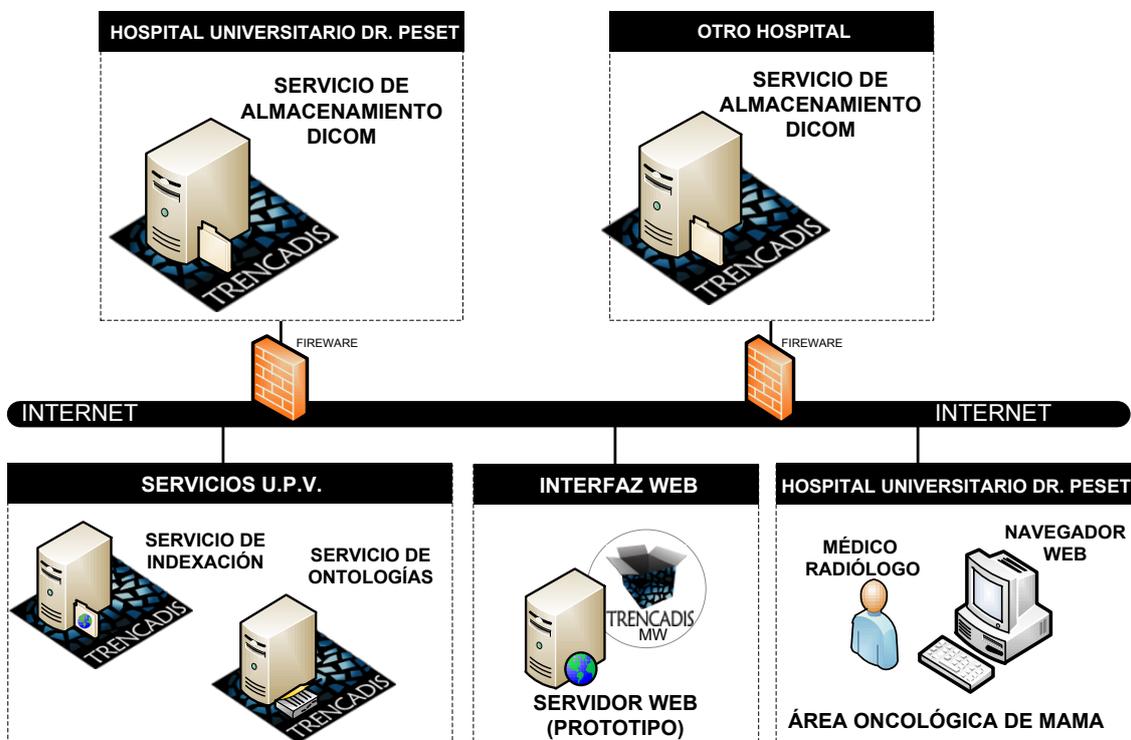


FIGURA 8. DESPLIEGUE TRENCADIS PARA COMPARTIR ARCHIVOS DICOM ENTRE CENTROS MÉDICOS

Tal y como vemos en la Figura 8 el usuario accede desde el Departamento de Mamografía del Hospital Universitario Dr. Peset a través de internet a un servidor ubicado en la U.P.V. que muestra la información por medio de un interfaz software realizado con tecnología y programación web<sup>7</sup>.

Una vez el usuario solicita una información concreta la petición se traslada a los distintos servicios Grid TRENCADIS:

- **Servidor de ontologías** que contiene las distintas plantillas de informes que se pueden utilizar.
- **Servidor de indexación** que aporta la infraestructura necesaria para agilizar las búsquedas en varios repositorios de imágenes médicas DICOM e informes estructurados DICOM-SR.
- **Servidores de almacenamiento DICOM** desplegados en el **Hospital Universitario Dr. Peset** y otros hospitales integrados en TRENCADIS, se trata de repositorios para guardar las imágenes DICOM y sus informes relacionados.

---

<sup>7</sup> Existen multitud de **tecnologías** para la realización de aplicaciones web, aunque las más comunes son HTML, java, php, y javascript.

## 2.2.4 INTERFAZ DE USUARIO

Como se explicó en la introducción del capítulo, los usuarios interactúan con una máquina a través de su interfaz. En el caso de los ordenadores se suele distinguir la interfaz de hardware, constituida por dispositivos como el teclado, el ratón y la pantalla, mientras que la interfaz de software, la forman programas o partes de ellos mediante los cuales el usuario se comunica con el software.

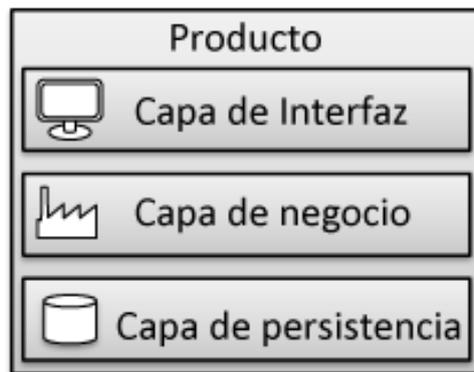


FIGURA 9. EJEMPLO DE ARQUITECTURA DEL SOFTWARE EN TRES CAPAS

Tal y como vemos en la arquitectura de capas representada en la Figura 9, el producto software está compuesto por la capa externa o **interfaz**, encargada de capturar y distribuir la información de la interacción y una estructura interna formada por **la capa de lógica (o capa de negocio)**, responsable del procesamiento de la información, mediante las operaciones necesarias para que el software provea su funcionalidad; y, por la **capa de persistencia (o capa de datos)** que almacena esa información, permitiendo que el software tenga memoria. Este PFC describe con detalle la primera de ellas, la capa de interfaz, estableciéndose en momentos oportunos ciertas relaciones con las otras dos capas de la arquitectura del producto software que se va a desarrollar.

En los años 50 se fabricaron los primeros ordenadores. Se trataba de enormes máquinas equipadas con interfaces numéricas de línea de comando<sup>8</sup> que sólo podían ser utilizadas por usuarios altamente cualificados. Conforme la tecnología evolucionó se crearon ordenadores más pequeños y sencillos de usar que terminaron por llegar a los hogares con el ordenador personal.

A partir de la década de los setenta se desarrolla la interfaz gráfica de usuario (GUI)<sup>9</sup> basada en representaciones gráficas interactivas de los elementos de control como ventanas, cuadros de diálogo, barras de herramientas, botones, listas desplegadas y otros muchos componentes

<sup>8</sup> **Command Line Interface (CLI)**, es un método que permite dar instrucciones a un programa informático por medio de una línea de texto simple

<sup>9</sup> **GUI**, en inglés graphical user interface. El Xerox Alto, desarrollado en el Xerox PARC en 1973, fue el primer ordenador personal, así como el primero que utilizó la metáfora de escritorio y una interfaz gráfica de usuario.

con los que nos hemos acostumbrado a interactuar y que hoy en día son un estándar en la interacción usuario-ordenador.

En definitiva, el uso de las GUI supone una mejora en la comunicación con los elementos que integran un software, de forma que es posible trasladar acciones o tareas del mundo real a aplicaciones o herramientas virtuales [16]. Estas tareas pueden ser entre otras: encender/apagar el sistema, ofrecer información de estado, establecer comunicación con otros sistemas o aplicaciones, gestionar y modificar la información.

#### 2.2.4.1 INTERFAZ: ZONAS Y COMPONENTES

A continuación se describen ciertas convenciones en la estructuración y visualización del interfaz en pantalla.

##### 2.2.4.1.1 Zonas de contenido

El interfaz en pantalla suele organizar la información en ciertas **zonas de contenido** definidas en función de un diseño específico. Estas zonas se disponen en base a un origen de coordenadas en dos dimensiones ubicado en el punto superior-izquierdo de la pantalla, origen de lectura para el mundo occidental.

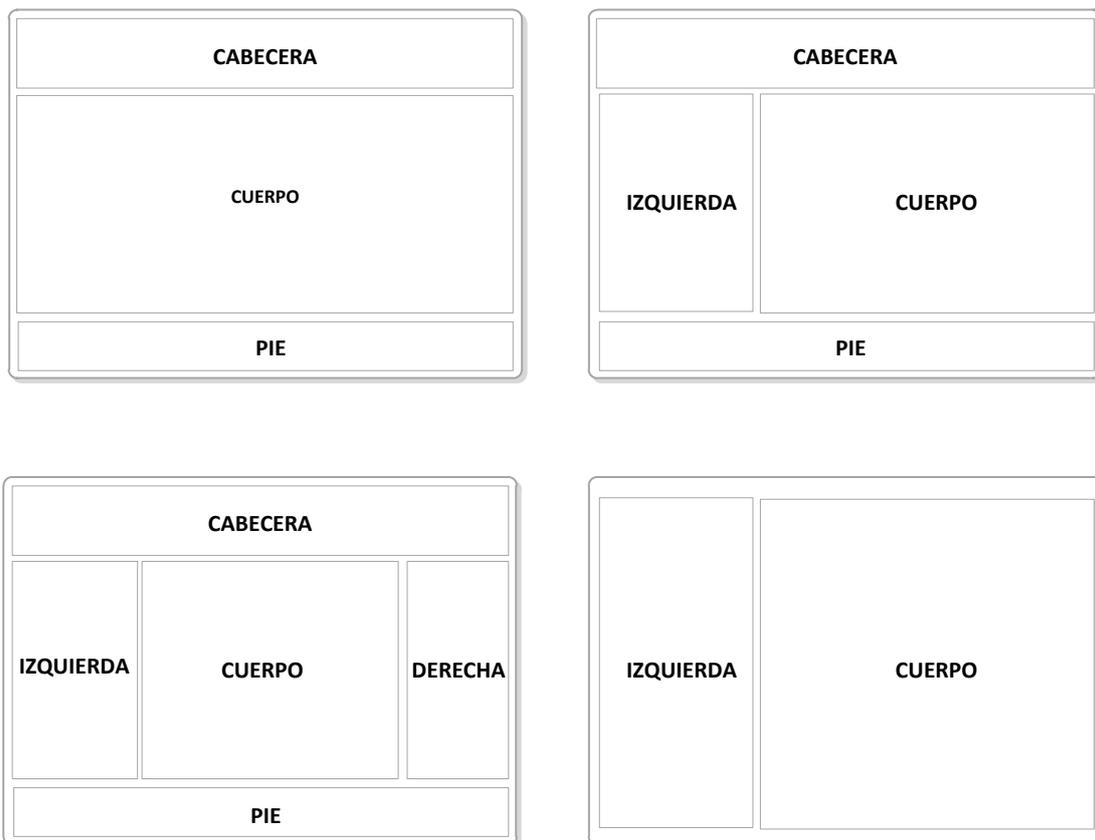


FIGURA 10. ALGUNAS COMBINACIONES HABITUALES DE LAS ZONAS DE CONTENIDO DE INTERFACES

La Figura 10 muestra ciertas disposiciones usuales de estas zonas de contenido, utilizadas en el diseño de interfaces para software o páginas web. A continuación se describen algunos de los usos aplicados comúnmente a estas zonas:

La **cabecera** o zona superior de la página, en ella se suele incluir información identificativa del producto o de su propietario, como el logotipo y el texto descriptivo. Así como funcionalidades generales o comunes que deben estar accesibles para el usuario en todo momento.

**Cuerpo de la página**, es la zona donde se visualiza el contenido de la página o sección activa que el usuario ha seleccionado. Esta zona tiende a ocupar aproximadamente el 75% del espacio visible en pantalla.

**Zonas izquierda y derecha**, se denominan las zonas laterales que inscriben el cuerpo de la página cuando éste ocupa la zona central, pueden existir individualmente, es decir sólo zona izquierda o sólo zona derecha.

**Pie** o zona inferior de la página donde se acostumbra a poner información muy diversa como: información legal acerca del propietario de la información, o la relativa a derechos de autor y reproducción e incluso vínculos a contenidos.

#### 2.2.4.1.2 Componentes de interfaz

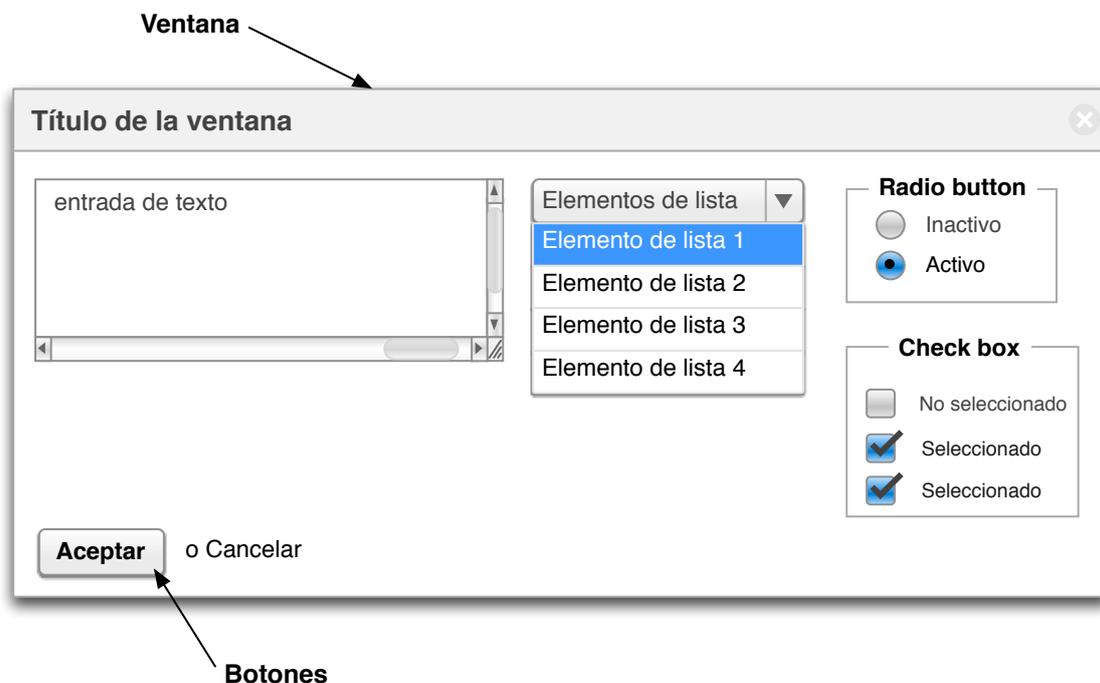


FIGURA 11. COMPONENTES HABITUALES EN INTERFACES GRÁFICOS DE USUARIO

La Figura 11 muestra algunos de los **componentes de interfaz** más comúnmente utilizados y que se inscriben en unas u otras zonas de contenido de las expuestas anteriormente, como son:

**Ventanas**, contenedores de información utilizadas en ciertos casos como medio de prevención de errores p.ej. las ventanas modales que solicitan una respuesta a una acción del usuario sobre el sistema. Dependiendo del diseño del interfaz las ventanas pueden ser abiertas, cerradas, escaladas, movidas, etc...

**Botones**, componentes de control o de confirmación. Podemos encontrar botones en relieve con una serie de palabras descriptivas de la acción que representan en su interior, pero

también existen los "radio button" y los "checkbox" que sirven para seleccionar ítems de un conjunto o lista.

**Elementos de entrada de texto**, en ellos el usuario puede escribir mediante el teclado información textual para su procesamiento. P. ej. para realizar búsquedas de información o para introducirla en el sistema.

**Listas de valores** predefinidos de entre los cuales el usuario puede elegir para utilizarlos más adelante.

**Sistemas o menús de navegación**, son componentes formados por los vínculos a las secciones a las que el usuario puede acceder. Normalmente existe un menú principal pero también, si el producto es extenso o complejo, se utilizan submenús diferenciados que acceden a información en un segundo nivel. La estructura de vínculos podría ser similar a esta:

Inicio

Secciones

Subsecciones

Sub-subsecciones

Los menús pueden ser de varios tipos en función de su configuración y diseño

- **Verticales**, donde los vínculos se disponen verticalmente en una columna de opciones.
- **Horizontales**, dispuestos en filas.
- **Desplegables**, que aparecen y desaparecen o se despliegan ampliando con subopciones en función de la opción que selecciona el usuario.
- **De pestañas**, que muestra, como vemos en la Figura 12, en primer plano la pestaña activa, en un color diferente y unida visualmente a la base común o al cuerpo de la página.

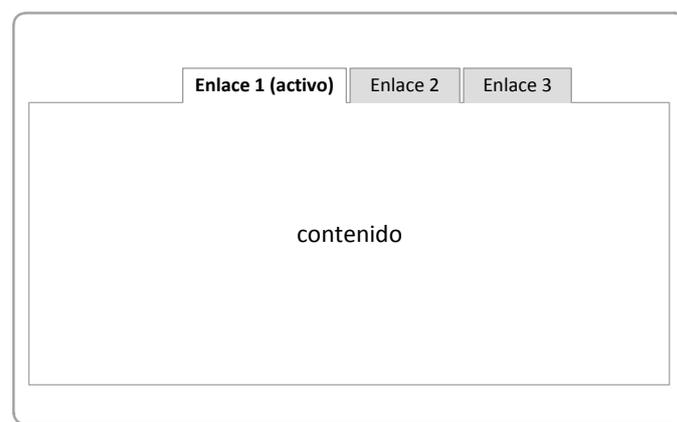


FIGURA 12. ESQUEMA DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE PESTAÑAS

- **Breadcrumbs**, presenta en forma textual una serie de enlaces que describen la ruta que ha seguido el usuario para llegar a la sección actual a partir de la página de inicio, permitiendo regresar a cualquiera de los pasos anteriores con un sólo clic. Un ejemplo de este tipo de sistema de navegación sería:

[Inicio](#)>[Vínculo principal](#) > [Vínculo secundario](#) > **Vínculo actual**

## 2.3 DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO (DCU)

Existen numerosos procesos para desarrollar software; cada uno define sus etapas. Uno de los más extendidos es el de la Figura 13:

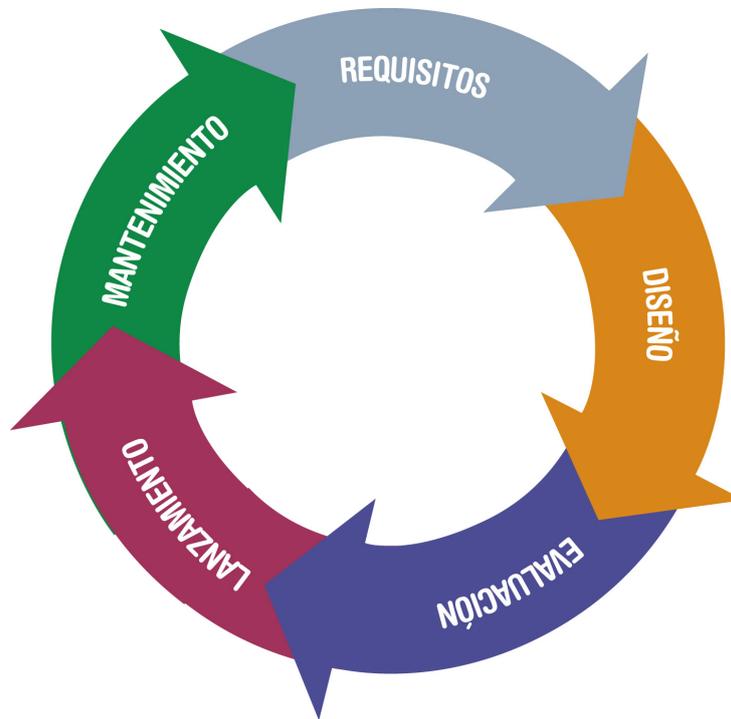


FIGURA 13. CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO SOFTWARE

La etapa de **requisitos** consiste en descubrir las necesidades de los usuarios, así como otras restricciones impuestas por el entorno de trabajo o la tecnología de desarrollo. El **diseño** trata de dar soluciones formales y funcionales en base a los requisitos, de acuerdo al diseño realizado se implementará (programará) el software. El software construido debe ser **evaluado** realizando las pruebas necesarias para comprobar su buen funcionamiento. La etapa de **lanzamiento** consiste en desplegar e instalar el software en las máquinas que deben ejecutarlo. Evidentemente, existen muchas otras actividades importantes (p.ej. mantenimiento) que deben considerarse. Como ya se estableció en la Delimitación del proyecto (apartado 1.4), este PFC se centra en las etapas de requisitos, diseño y pruebas.

En cualquier caso, seguir las etapas del ciclo de vida para desarrollar un producto software no garantiza que este sea usable. Es posible que defectos en el diseño dificulten la utilización del producto en la práctica. Como ya vimos el objetivo principal de este PFC plantea conseguir que el interfaz desarrollado sea “fácil de aprender y de usar”. Esta es una característica de la usabilidad de un producto, concepto que se estudia más adelante en la sección 2.3.1.

El hecho de ofrecer respuesta a las necesidades de los usuarios es una meta primordial en el desarrollo de cualquier producto software. En el anterior capítulo, se propone como objetivo número 2, la aplicación de una metodología de diseño centrada en el usuario, iniciándose el proceso de desarrollo a partir del análisis de sus necesidades. Como veremos en el apartado 2.3.2, existen orientaciones metodológicas convenientes por su énfasis en involucrar a los usuarios y en aplicar técnicas para garantizar la usabilidad del producto software.

Finalmente, el objetivo número 3 propone la realización de evaluaciones del producto que nos permitan medir el grado de idoneidad conseguido. Para determinar si una solución de diseño de interfaz es usable, tendremos que evaluarla en base a ciertos criterios establecidos. El apartado 2.3.2.5 se dedica al estudio de diversas técnicas de evaluación de la usabilidad.

### 2.3.1 USABILIDAD

En 1993 J. Nielsen introduce el concepto usabilidad de un producto software [17], definiéndolo en base a cinco atributos que le son propios: fácil de aprender, eficiencia de uso, fácil de recordar, pocos errores de los usuarios, subjetivamente agradable. A su vez, considera la usabilidad como una parte de la utilidad del sistema, la cual es parte de la aceptabilidad práctica y, finalmente, parte de la aceptabilidad del sistema (ver Figura 14).

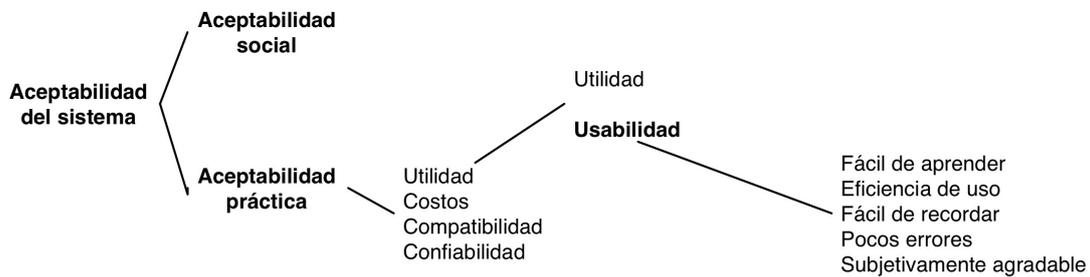


FIGURA 14. MARCO DE DEFINICIÓN DE USABILIDAD SEGÚN NIELSEN

A continuación se exponen dos definiciones que la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ofrece para la usabilidad:

1. Según la ISO/IEC 9126 [18] la usabilidad es un atributo de la calidad del software que indica la “capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”. En esta definición observamos la importancia de la relación que se establece entre el producto y el contexto de uso para el que está diseñado, es decir, que la usabilidad no es una propiedad intrínseca del producto, sino que viene dado por el uso en un contexto particular.

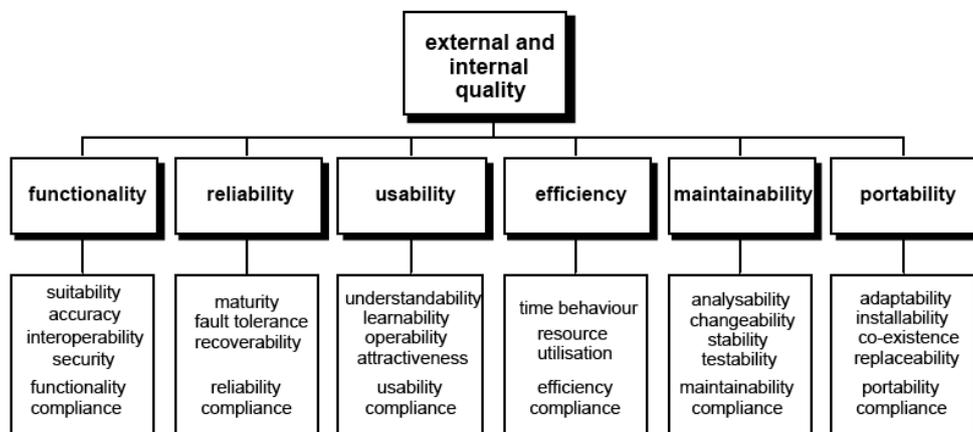


FIGURA 15. LA USABILIDAD COMO UN ATRIBUTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE. ISO/IEC 9126 [18].

En la Figura 15 observamos que la usabilidad es una característica para garantizar la calidad de un producto software que se encuentra al mismo nivel que la propia funcionalidad del mismo.

Como sub-características de la usabilidad, el estándar define las siguientes:

- **Comprensibilidad** es la capacidad del producto software que permite al usuario discernir acerca de la adecuación del mismo para la realización de ciertas tareas en un contexto de uso determinado.
  - **Aprendibilidad** es la capacidad del producto software para permitir a sus usuarios aprender a usarlo.
  - **Operabilidad** o capacidad del producto software de permitir al usuario operarlo, controlarlo.
  - **Atractivo** referido a los atributos del producto software que lo vuelven más agradable visualmente.
  - **Cumplimiento de estándares** en aquellos ámbitos donde haya estándares definidos, se recomienda su cumplimiento.
2. La ISO 9241-II:1998 [19] proporciona la definición que se utiliza en estándares ergonómicos. Se define la usabilidad como el rango en el cual un producto puede ser usado por determinados usuarios para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.
- **Efectividad** es la cualidad por la que un sistema permite realizar a usuarios específicos correctamente las tareas para las que ha sido desarrollado en términos de exactitud y completitud.
  - **Eficiencia** es la capacidad de realizar dichas tareas de la forma más productiva posible, es decir evaluando los recursos (de tiempo, financieros o humanos) empleados para la realización de la tarea.
  - **Satisfacción del usuario** es la valoración subjetiva acerca de ausencia de incomodidad que nos indica una actitud positiva en el uso del producto.
  - **Contexto de uso** son los usuarios, las tareas, los equipos (hardware, software y materiales) y los entornos físicos y sociales en los que un producto puede ser usado.

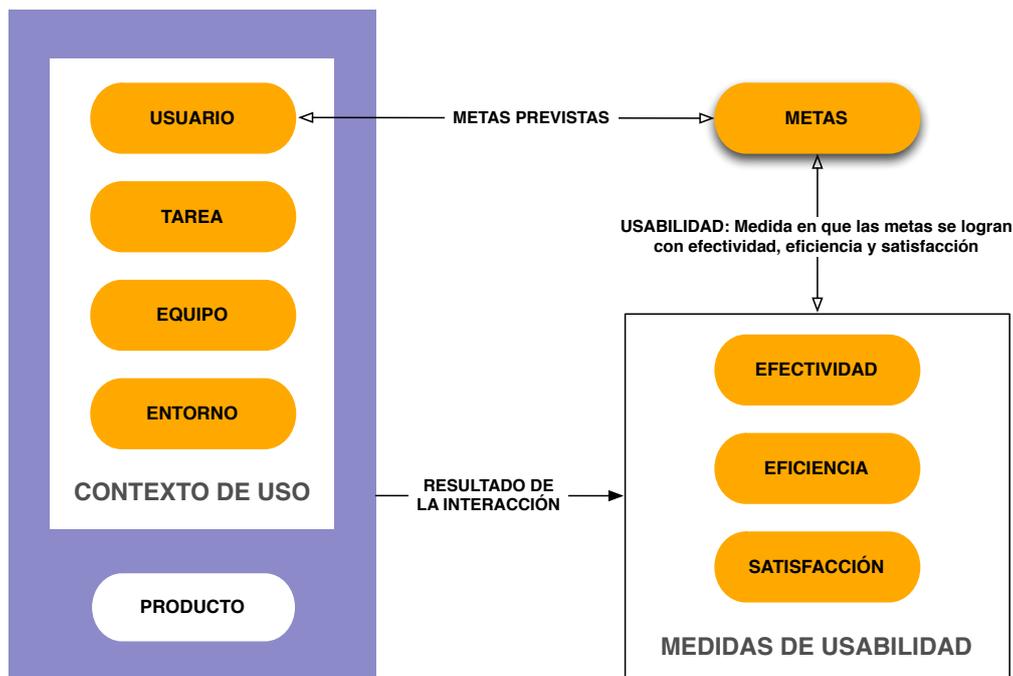


FIGURA 16. MARCO DE DEFINICIÓN DE USABILIDAD DE ACUERDO A ISO 9241-II [19]

El grado de usabilidad de un sistema interactivo es un aspecto relacionado con la interfaz de usuario que es *inversamente proporcional al tiempo que malgastan los usuarios de dicho sistema intentando averiguar qué hace o dónde está una determinada funcionalidad* [20]. Esta característica hace, por tanto, referencia a la rapidez y facilidad con que las personas llevan a cabo sus tareas a través del uso del producto con el que están trabajando.

Ejemplos de mala usabilidad son procedimientos largos y poco intuitivos o comportamientos fuera de lógica de un sistema, etc. que aumentan el esfuerzo cognitivo realizado por el usuario para realizar tareas que deberían resultar más sencillas y controladas.

Dicho de otra manera, si una funcionalidad de un producto software no es encontrada o entendida por parte del usuario, entonces es como si no existiera o peor aún: puede llegar a ser un obstáculo para la ejecución de las tarea en condiciones óptimas. Por esta razón los usuarios lógicamente preferirán utilizar un software usable frente a otro que no lo es tanto, marcando esta preferencia la valorización de un producto frente a su competencia.

### 2.3.1.1 GUÍAS PARA EL DISEÑO MEDIANTE CRITERIOS DE USABILIDAD:

Aunque no hay una única forma correcta de diseñar un interfaz, el conocimiento de criterios de usabilidad compone un manual de buenas prácticas cuya adopción sin duda asegura la adecuación del diseño realizado.

Muchos autores han establecido recomendaciones y guías de diseño para el desarrollo de interfaces en productos informáticos. Jacob Nielsen, entre otros, define en sus conocidas heurísticas [21] los principios más importantes de la usabilidad<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Las heurísticas de Nielsen se pueden consultar en los apéndices del presente proyecto.

Por su parte Bastien y Scapin [22] realizan una clasificación de criterios ergonómicos para evaluar interfaces informáticas de la que se pueden extraer estrategias de diseño usable. Los criterios son los siguientes:

1. **Guía/orientación del usuario**, los medios disponibles en un sistema para facilitar el aprendizaje, la orientación o guía al usuario en los posibles caminos a seguir para la realización de tareas (como son mensajes, etiquetas, alarmas...). Consta de los siguientes sub-criterios:
  - 1.1. **Incitación**, reflejando el estado actual del sistema e indicando las alternativas cuando varias acciones son posibles, p.ej. mostrar el título de la ventana actual o indicar los formatos requeridos para los valores en los campos : “DD/MM/AAAA”.
  - 1.2. **Agrupación/distinción de elementos**, organización visual de la información a partir de:
    - 1.2.1. Su **ubicación**, p.ej. disponer los menús de navegación en zonas de la pantalla en base a su frecuencia de uso, relevancia u orden alfabético.
    - 1.2.2. Su **formato**, p.ej. definir un aspecto concreto para los botones de acciones (buscar, guardar, cancelar) y otro para los vínculos a otras páginas.
  - 1.3. **Información inmediata**, respuesta del sistema a las acciones de los usuarios, p.ej. ofrecer mensajes de información acerca de la tramitación de una acción, como el número de resultados encontrados en una búsqueda.
  - 1.4. **Legibilidad**, potenciada p.ej. por el adecuado contraste entre el fondo y el texto.
2. **Carga de trabajo**, capacidad del sistema de minimizar el trabajo cognitivo del usuario. A menor carga de trabajo para el usuario, menor número de errores. Se subdivide en:
  - 2.1. **Brevedad** en las acciones requeridas para realizar una misma tarea reducen el riesgo de cometer errores. A su vez se divide en:
    - 2.1.1. **Concisión** en las acciones. Por ejemplo en los campos que tengan asociada una unidad, facilitar que el usuario introduzca sólo las cifras.
    - 2.1.2. **Número mínimo de acciones**, limita al máximo las acciones que el usuario debe realizar para conseguir un objetivo; p.ej. rellenado automático de datos cuando estos puedan ser obtenidos o calculados por el sistema.
  - 2.2. **Densidad de información** en la mayoría de las tareas cuando la densidad de información es demasiado alta o demasiado baja los errores se vuelven más probables. P.ej. es conveniente proporcionar sólo los datos necesarios y útiles de inmediato para cualquier transacción, sin sobrecargar con datos extraños.
3. **Control explícito del usuario**. El sistema será mejor aceptado por los usuarios si tienen el control sobre las acciones que realizan. Este criterio se subdivide en otros dos:
  - 3.1. **Acciones explícitas de usuario**, el ordenador debe ejecutar tan sólo las acciones solicitadas por los usuarios y sólo cuando así lo solicite. P.ej. requerir una acción explícita de tipo “INTRO” para iniciar el procesamiento de los datos introducidos.
  - 3.2. **Control de usuario** sobre las interacciones como interrumpir, cancelar, reanudar...P.ej. permitir al usuario cancelar una transacción en proceso y restaurar el sistema en su versión anterior. Disponer de las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Adaptabilidad**, o capacidad del sistema para comportarse de acuerdo a las necesidades de los usuarios y sus preferencias. Se subdivide en dos criterios:
  - 4.1. **Flexibilidad**, de la interfaz de adaptarse a las necesidades de los usuarios en particular, se refleja en el número de posibles formas de lograr un mismo objetivo. P. ej. Si no se

puede predecir qué valores por defecto serán de utilidad, se permite a los usuarios definir, cambiar o eliminar valores predeterminados para la introducción de datos.

- 4.2. Experiencia de usuario**, el interfaz debe servir tanto a los usuarios novatos como a los experimentados. Es el caso de permitir el uso de atajos, de teclado por ejemplo, a los usuarios experimentados.
5. **Gestión de errores**, trata de prevenir o reducir los errores y recuperarse de ellos cuando se producen. Se subdivide en:
  - 5.1. Protección de errores** o medios disponibles para detectar y prevenir errores. P.ej., si un usuario solicita desconexión y hay operaciones pendientes que no se completarán, mostrar un mensaje de aviso solicitando la confirmación del usuario. O disponer de listas de valores desplegables en las entradas de datos evita que el usuario cometa errores al teclear texto.
  - 5.2. Calidad de los mensajes de error**, en cuanto a redacción y contenido de los mensajes de error, es decir: su pertinencia, la legibilidad, y la especificidad de la naturaleza de los errores (sintaxis, formato, etc.) y las acciones necesarias para corregirlos. P.ej. que el mensaje de error sea lo más específico posible en la descripción del error.
  - 5.3. Corrección de errores**, se refiere a los medios de los que disponen los usuarios para corregir sus propios errores. En el caso de detectar errores, el sistema solicita que el usuario vuelva a introducir únicamente la parte del conjunto de datos que no es correcta.
6. **Consistencia/coherencia**, los elementos tienen similitudes de aspecto, formato y de ubicación en la composición general de una interfaz. P. ej. utilizar formatos similares de pantalla, disponiendo sus elementos siempre en la misma ubicación. O utilizar el logotipo como enlace a la página de inicio de un sitio web.
7. **Significado de los códigos**, mostrando la relación pertinente entre un término o signo y su referente.
8. **Compatibilidad**, referida a la coincidencia entre las características de los usuarios y las tareas que realizan. Por ejemplo mostrar mensajes o información percibida como natural para el usuario.

### 2.3.2 METODOLOGÍA DCU

El diseño centrado en el usuario es fundamental para desarrollar interfaces usables. Como se ha visto en el apartado 2.3.1, el estándar ISO/IEC 9126-1 [18] amplía el tradicional enfoque de desarrollo de productos software, basado en la parte interna o funcional del mismo, para poner especial atención en la interfaz que va a utilizar el usuario. Así, el diseño centrado en el usuario (DCU) [23] considera las particularidades de los usuarios a los que se dirige el producto con la finalidad de que sea usable. Dichas particularidades definen el contexto de uso y se han de reflejar en la interacción del sistema y en la implementación de sus funcionalidades:

	Enfoque	Equipos de trabajo	Enfoque principal	Calidad	Soluciones
<b>Diseño centrado en los usuarios</b>	Solución	Multidisciplinares	Atributos de usabilidad (efectividad, eficiencia y satisfacción)	Definida por la usabilidad	- A partir del contexto de uso. - A partir de validaciones de usuarios.
<b>Diseño dirigido por la Tecnología</b>	Componentes tecnológicos	Técnico/técnicos	Arquitectura interna y tecnológica del producto	Definida por los defectos del producto y del rendimiento	- Basadas en los requisitos funcionales. - Previa a cualquier validación de usabilidad (sólo respecto a validación funcional)

FIGURA 17. DIFERENCIAS ENTRE MÉTODOS DE DISEÑO DE SOFTWARE. BASADA EN [20]

La ISO 13407 nos da la siguiente definición [24]:

*“El diseño centrado en el usuario se caracteriza por: la participación activa de los usuarios, la comprensión clara del usuario y los requisitos de cada tarea, una correcta asignación de funciones entre usuarios y tecnología, la iteración de soluciones de diseño y, finalmente, un diseño multidisciplinar”*

De entre los beneficios que se esperan de aplicar esta metodología destacan:

**Aumento de la productividad.** Si un sistema está adaptado a la forma natural que tiene el usuario de trabajar, le permitirá concentrarse en la tarea y efectuarla de forma efectiva en lugar de perder el tiempo luchando contra un complejo conjunto de funciones de la herramienta.

**Reducción de errores.** Gran parte de los errores humanos se originan en un mal diseño. Al evitar inconsistencias, ambigüedades u otros defectos de diseño reduciremos la cantidad de errores cometidos por el usuario.

**Reducción de la formación.** Un sistema bien diseñado permite y refuerza el aprendizaje, reduciendo así tiempo y recursos de formación y la necesidad de apoyo humano.

**Mayor aceptación y confianza por parte de los usuarios.** Es un indicador subjetivo de calidad que aporta buena reputación tanto al producto como a sus desarrolladores. Así, los usuarios prefieren utilizar productos informáticos cuyo diseño les facilita el acceso, cuya lógica de funcionamiento es sencilla de asimilar y utilizar frente a otros que no tengan estas características.

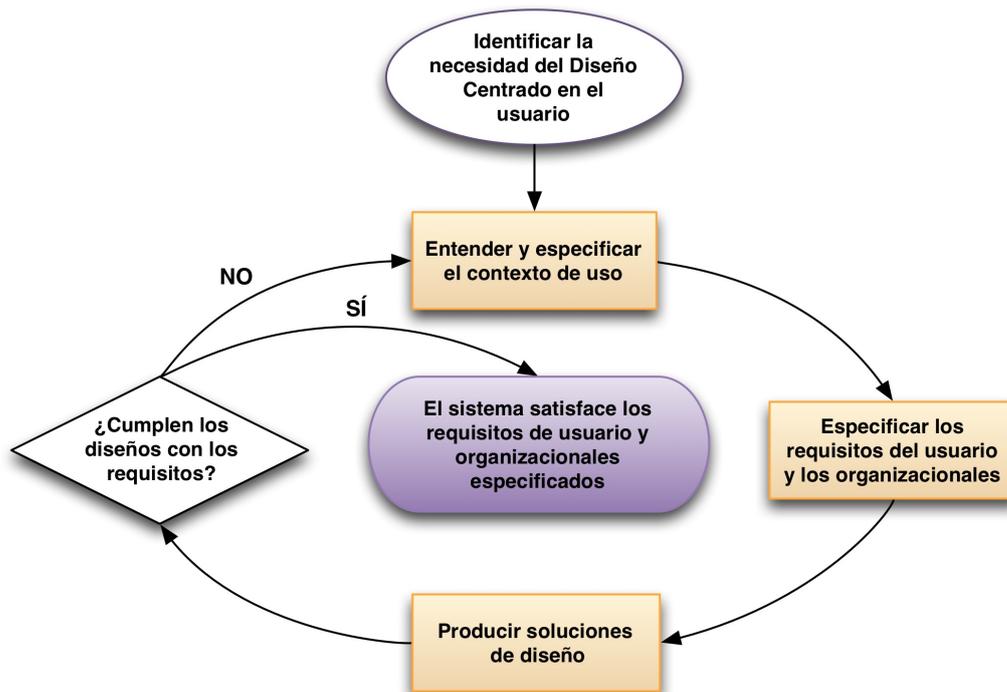


FIGURA 18. ACTIVIDADES DEL PROCESO DE DISEÑO CENTRADO EN EL HUMANO SEGÚN ISO-13407.

La figura anterior muestra la naturaleza iterativa del proceso de diseño que propone repetir las actividades hasta haber alcanzado una solución que satisfaga los objetivos marcados. Las actividades son:

1. **Entender y especificar el contexto de uso**, conociendo al usuario, el entorno y las tareas que necesita realizar con el producto.
2. **Especificar los requisitos de los usuarios y organizacionales.**
3. **Producir soluciones de diseño** que concreten formalmente los requerimientos del usuario.
4. **Evaluar las soluciones de diseño**, para proporcionar retroalimentación acerca de si el diseño cumple con los objetivos de los requisitos.

Esta metodología de trabajo requiere de la constitución de equipos multidisciplinares (desarrolladores, diseñadores y/o expertos en usabilidad, clientes o usuarios) y de la participación e implicación de los usuarios que definan los requisitos y validen los prototipos.

A continuación se describen las características de las actividades y aspectos que se han tenido en consideración en cada una de ellas.

### 2.3.2.1 ENTENDER Y ESPECIFICAR EL CONTEXTO DE USO

Se estudia donde y cómo el usuario utiliza el producto. El resultado de esta actividad suele ser una descripción de las características más relevantes que el producto ha de tener según dicho contexto.

### 2.3.2.2 ESPECIFICAR LOS REQUISITOS DE LOS USUARIOS Y ORGANIZACIONALES

Esta fase comprende las tareas relacionadas con la obtención de las condiciones y necesidades a satisfacer por un software en desarrollo.

Principalmente se suelen obtener requisitos en las etapas iniciales del desarrollo a través de:

- **Entrevistas** o comunicaciones con el cliente destinadas a saber “qué es lo que quiere”.
- **Análisis etnográfico de los usuarios** por medio de la observación de campo, estudiando cómo se comportan o, más concretamente qué tareas realizan y cómo las realizan en su contexto de trabajo.
- **Estudio del perfil de usuario** potencial al que está dirigido el producto y su relación con el dominio del contexto profesional en el que se inscribe el producto, experiencia en trabajo con tecnologías, etc.
- **Análisis de los requisitos** obtenidos en los puntos anteriores (a partir del usuario) para determinar requisitos derivados como los requisitos tecnológicos.
- **Posibilidades y restricciones de la plataforma tecnológica** o conjunto de acciones posibles para realizar el diseño de la interfaz del producto.
- **Requisitos derivados de las normativas aplicables** en el contexto, como por ejemplo la normativa de protección de datos personales.
- **Requisitos en base a criterios de usabilidad.** Los conceptos relacionados con la usabilidad se pueden encontrar en la sección 2.3.1
- Requisitos definidos de antemano a partir de **guías de estilo o de desarrollo.**

Dado que es muy difícil obtener una especificación completa de requisitos del cliente por adelantado (muchos usuarios detectan sus necesidades reales al interactuar con el prototipo) es posible hacerlo durante todo el ciclo de vida de un producto software. Por ejemplo, tras la implementación de un prototipo y evaluación con el cliente puede darse el caso de que se requiera modificar ciertos requisitos.

La lista de requisitos dará lugar a un análisis de pasos o tareas necesarias que se han de llevar a cabo para conseguir una meta en la interacción con el producto. Estos pasos se relacionan entre sí formando una secuencia estructurada de cuándo y cómo han de ejecutarse.

#### 2.3.2.2.1.1 Análisis jerárquico de tareas

El análisis jerárquico de tareas (HTA), desarrollado por Annet y Duncan [25] es un método cognitivo que describe las tareas en base a las actividades realizadas por una persona para alcanzar un objetivo y a las condiciones que se han de dar para realizar las operaciones.

La representación puede ser en forma de árbol como en el ejemplo de la siguiente figura:

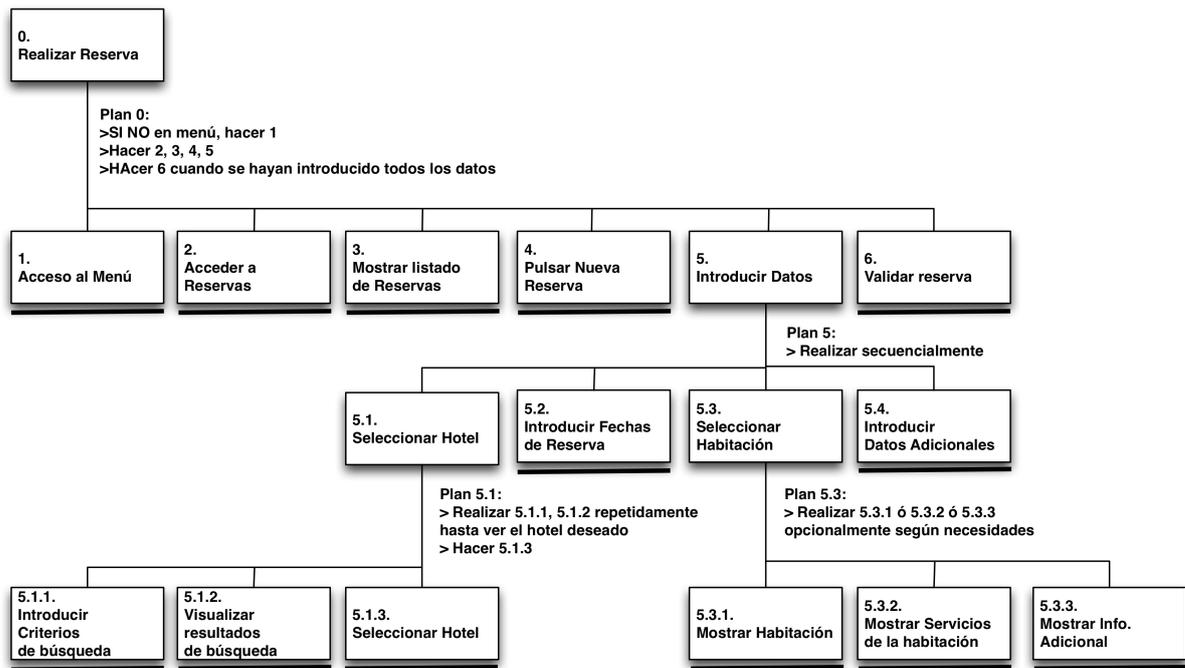


FIGURA 19. ANÁLISIS DE UNA TAREA CON EL MÉTODO HTA (EXTRAÍDO DE [23])

### 2.3.2.3 PRODUCIR SOLUCIONES DE DISEÑO

En la fase de diseño las tareas son representadas formalmente relacionando los requisitos con la implementación; este proceso da lugar a la interfaz de usuario. Al tratarse de un producto interactivo su diseño ha de contemplar dos aspectos:

- **Diseño de la actividad o de la interacción**  
Trata de asignar las funcionalidades que ha de tener el producto a los componentes de la interfaz, configurando las tareas necesarias para realizarlas.
- **Diseño de visualización de la información**  
Centrado en la característica visual de los componentes de la interfaz (colores, tipografía) y en la composición u organización de éstos. Es un objetivo importante mantener su consistencia en todo el producto. En este punto el diseñador tendrá en cuenta consideraciones útiles para diseño.

Un buen diseño visual o gráfico por si mismo aunque puede otorgar valor al atractivo global del producto, no va a mejorar su funcionalidad ni tampoco su usabilidad. Por eso es necesario que el diseño visual se comprometa con el diseño de interacción del producto.

Las distintas soluciones pueden ser descritas simplemente mediante bocetos o esquemas o también realizando prototipos funcionales más o menos complejos que representen la totalidad o parte de un producto que pueden ayudar para conocer la opinión de los usuarios antes de finalizar el producto.

#### 2.3.2.3.1 Guías de diseño visual

A continuación se detallan algunas consideraciones que pueden tenerse en cuenta para el diseño de interfaces web:

- **Logotipo, imagen corporativa.** Su colocación más usual es la esquina superior izquierda. Es recomendable que el logotipo se mantenga en la misma ubicación en todas las páginas. Además se ha estandarizado que el logotipo funcione al hacer clic sobre él como enlace a la página de inicio.
- **Componentes de navegación.** Son elementos indispensables en una interfaz pues enlazan a la información disponible; por ello es recomendable situar los componentes principales de navegación en las zonas de más visibilidad en la pantalla: la cabecera de la página o la zona izquierda son buenas ubicaciones para estos elementos ya que, además, responden al orden natural de lectura occidental, de arriba abajo y de izquierda a derecha.

Los componentes de navegación pueden estar realizados mediante imágenes, formados por texto o una combinación de ambos. Aunque por cuestiones de accesibilidad se recomiendan los textuales o, en el caso de utilizar imágenes se les debe agregar una etiqueta lo más descriptiva posible (etiqueta *Alt*).

Es frecuente utilizar efectos visuales que modifican la apariencia del componente de navegación para subrayar su interactividad, p.ej. ofreciendo más contraste al pasar el usuario el cursor por encima. También para ofrecer información de estado, p.ej., diferenciando el elemento activo con un cambio de color.

En función del nivel de anidamiento de los enlaces se puede optar por utilizar y diferenciar dos tipos de sistemas de navegación, p.ej., el principal en la cabecera distribuido horizontalmente y el secundario en la zona izquierda o a la inversa.

- **Utilización de iconos para referir funcionalidades disponibles en el interfaz,** lo más recomendable es utilizar elementos textuales pero en el caso de utilizar iconos es importante hacer prevalecer al máximo la concordancia semántica natural para los usuarios potenciales entre la forma visual del objeto y su función. También es recomendable que las funcionalidades estén a la vista.

#### 2.3.2.4 EVALUAR LAS SOLUCIONES DE DISEÑO

La evaluación constituye una actividad esencial en el diseño de productos software usables y accesibles. Sometiendo a prueba las soluciones de diseño se comprueba si se han alcanzado los requisitos de usuario y organizacionales (p. ej. si funcionan correctamente o si cumplen las expectativas del usuario). De las pruebas de evaluación obtendremos evidencia objetiva de que el producto software se ajusta a las necesidades del usuario y los usos previstos [26].

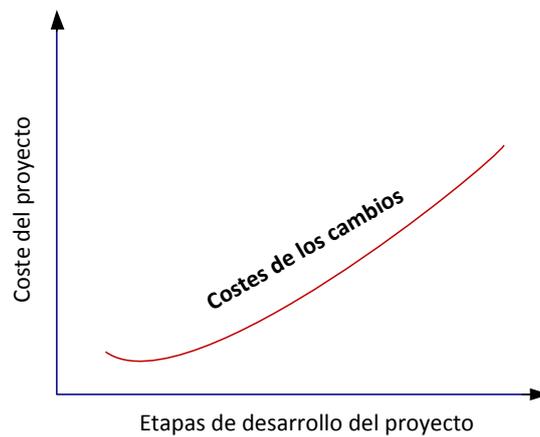


FIGURA 20. INCREMENTO DE COSTOS EN EL DESARROLLO DEL PRODUCTO BASADO EN [27].

Tal y como vemos en la Figura 20 realizar evaluaciones en la etapas iniciales del proceso de desarrollo resulta más rentable, puesto que los cambios son menos costosos. Cuanto más se haya avanzado en el proceso y el producto esté más definido, resultará más cara la introducción de cambios. No obstante, dado que la evaluación forma parte del proceso iterativo DCU se aconseja su realización en varios momentos del ciclo de desarrollo del producto con objeto de mejorarlo corrigiendo los defectos de diseño encontrados. En este sentido se suelen realizar evaluaciones funcionales del prototipo por parte de los desarrolladores, evaluaciones heurísticas de usabilidad por uno o varios expertos en interfaces/usabilidad, y como no, se aconseja realizar evaluaciones con los usuarios finales del producto.

#### 2.3.2.4.1 PROCESO DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD

La Figura 21 muestra las distintas fases de una evaluación de un producto software o de su prototipo.



FIGURA 21. ETAPAS DE LA EVALUACIÓN DE USABILIDAD DEL PRODUCTO BASADO EN [28]

1. En primer lugar se han de **definir los objetivos de la evaluación**, es decir, tener claro lo que queremos saber al realizar la prueba de usabilidad. En esta fase resulta útil hacernos preguntas como: ¿los usuarios encuentran intuitivamente la información que necesitan? o ¿nuestro producto permite al usuario realizar las tareas planteadas?.
2. Después se efectúa la **preparación de la evaluación**, definiendo el tipo de pruebas que se van a realizar, las tareas<sup>11</sup> que los usuarios deberán ejecutar, las inspecciones que llevarán a cabo los evaluadores, los cuestionarios, etc. En esta fase se definen las **métricas** o datos

<sup>11</sup> Las tareas son las acciones que se le pide al usuario que realice con el producto durante la prueba de usabilidad. Es conveniente que sean lo más realistas posibles con el contexto de uso para el que está destinado y de duración razonable para no saturar al usuario provocando errores en la ejecución.

que vamos a medir, como el tiempo o velocidad con la que un usuario termina una tarea (en el caso de métricas cuantitativas) u opiniones subjetivas acerca de la experiencia del usuario con el uso del interfaz (en el caso de métricas cualitativas).

3. Se elige e invita a **los participantes** teniendo en cuenta que ha de tratarse de usuarios representativos de los usuarios finales del producto.
4. Realización de las pruebas
5. Recopilación de datos y **análisis de los resultados** obtenidos en las pruebas
6. Realización de un **informe de la evaluación** a través del cual podemos conocer los puntos débiles del producto y realizar mejoras.

### 2.3.2.5 ALGUNAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD

Es importante elegir convenientemente los **métodos y técnicas** a utilizar en la evaluación en la medida que ofrezcan la retroalimentación necesaria acerca de la usabilidad del producto.

Los métodos de evaluación de usabilidad son procesos definidos para recoger y analizar ciertos datos acerca de la interacción de los usuarios con una interfaz y así determinar el grado de usabilidad del producto. Según el tipo de técnica de comprobación utilizada se clasifican como métodos de inspección, de indagación o métodos empíricos:

1. **Métodos de inspección**, determinados expertos en usabilidad (o en desarrollo del software con experiencia en interfaces persona-ordenador) examinan aspectos relacionados con la usabilidad y la accesibilidad que un interfaz ofrece a sus usuarios. A mayor número de evaluadores o inspecciones que se realicen aumentará la capacidad para encontrar defectos de usabilidad, sin embargo Nielsen [29] sostiene que la gran mayoría de problemas pueden ser encontrados con los primeros cinco evaluadores. Dentro de los métodos de inspección se encuentran:
  - La **evaluación heurística**, donde un experto en usabilidad juzga si cada componente de la interfaz sigue los principios de usabilidad establecidos, p.ej. a partir de las heurísticas de Nielsen [21].
  - El **recorrido cognitivo** (Cognitive Walkthrough) [30], en el que los evaluadores asumen el rol del usuario e intentan llevar a cabo tareas sobre un prototipo evaluando la facilidad de aprendizaje del producto a partir de la exploración de sus posibilidades.
  - El **recorrido pluralista**, realizado por usuarios finales, expertos en usabilidad y desarrolladores: Todos ellos asumen el rol de usuarios y definen las acciones que emprenden para realizar las tareas sobre prototipos del sistema en papel o paneles, después, se inicia un debate.

Por último existe un conjunto de técnicas de inspección de aspectos concretos como:

- **Inspección de estándares**, como la comprobación de seguimiento de estándares web, p. ej. evaluar una correcta visualización de los contenidos en cualquier navegador así como la accesibilidad a todos los usuarios.
- **Listas de guías de comprobación** que verifican la adecuación de la interfaz con una lista de control de usabilidad pre-establecida.

2. **Los métodos de indagación**, formulan preguntas escritas o verbales a los participantes en la evaluación. Permiten obtener resultados cuantificables acerca de datos subjetivos como son las expectativas y el grado de satisfacción del usuario sobre la usabilidad de una interfaz. Estos métodos son especialmente útiles en las primeras etapas del desarrollo del producto (obtención de requisitos y generación de soluciones de diseño) pues representan métodos de aproximación a los usuarios potenciales de un interfaz. Entre ellos destacan:

- **Observación de campo** o estudio etnográfico (Ethnographic study/ Field Observation), consiste en la observación del usuario y su interacción con el producto en su entorno habitual. Como resultado se obtendrá un listado de acciones, tareas y usuarios que participan en el sistema que estamos evaluando [17].
- **Cuestionarios**, formados por varias preguntas dirigidas a los usuarios que permiten extraer conclusiones. Las preguntas pueden ser:
  - De **carácter general** que definen el perfil del usuario, p.ej. edad, sexo, ocupación.
  - **Preguntas abiertas**, en las que expresa su opinión con sus palabras.
  - **Preguntas escalares**, en las que se valora en base a una escala numérica.
  - De **opción múltiple** donde elegir una o varias respuestas.

Para poder establecer datos fiables lo más conveniente es utilizar cuestionarios estandarizados cuyas preguntas y métricas hayan sido probados en otras evaluaciones. El cuestionario CSUQ (Computer System Usability Questionnaire) [31] desarrollado por J. R. Lewis en 1995 consta de 19 preguntas de tipo test, cuyas respuestas pertenecen a una escala Likert con números del 1 al 7. Así, la escala abarca intervalos desde *Totalmente en desacuerdo* (en el caso del valor 1) hasta *Totalmente de acuerdo* (correspondiente al valor 7). Después de completar el cuestionario, cada elemento se puede analizar por separado o se puede obtener puntuaciones globales agrupando elementos.

- **Grupo de discusión** (Focus Group) es un debate en grupo donde se fomenta que los participantes en la evaluación expresen en voz alta valoraciones sobre el producto y propongan en común soluciones de mejora a los problemas de usabilidad detectados. Se dispone a los participantes sentados en un círculo junto con algunos observadores que toman notas acerca de la discusión. El grupo de discusión está moderado por un miembro del equipo evaluador cuya misión es animar a los participantes a tomar la palabra y expresar su punto de vista sobre la aplicación libremente. El moderador expone de forma visible para todos, p.ej. en una pizarra, los problemas y soluciones debatidos para que todos puedan tener un esquema visual de lo hablado y puedan volver sobre cualquier punto si es necesario. Como resultado de esta actividad se obtiene un listado de defectos de usabilidad de la interfaz encontrados por el conjunto de los usuarios. Esta técnica se ha aplicado en mayor medida en la fase de evaluación de prototipos avanzados de producto.
  - **Entrevistas** o conversaciones en las que el evaluador formula preguntas a uno o varios usuarios reales del producto con la finalidad de obtener conclusiones acerca de su experiencia en la interactividad. Se suelen realizar una vez el producto se ha puesto en marcha.
3. Los **métodos empíricos** son pruebas en las que usuarios representativos trabajan en tareas concretas utilizando el producto (o su prototipo). Los resultados sirven para comprobar si la interfaz de usuario responde adecuadamente en el contexto de uso. Según Nielsen estos métodos prueban la usabilidad de una interfaz en fases de desarrollo avanzadas o evalúan un producto en etapa de diseño para detectar los aspectos que causan problemas de usabilidad. Su inconveniente es que normalmente requieren realizarse en un laboratorio para utilizar ordenadores y grabar las pruebas lo que puede aumentar los costes de la evaluación. Distinguimos las siguientes técnicas:
- **Evaluación del desempeño** [29], donde los usuarios realizan ciertas tareas seleccionadas previamente. Se registran datos cuantitativos como el tiempo requerido para completar una tarea, la tasa de éxito en su realización o la cantidad y el tipo de errores.
  - **Pensando en voz alta** (Thinking Aloud) el usuario expresa en voz alta y libremente sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre cualquier aspecto (diseño, funcionalidad...) mientras interactúa con el sistema.

### 2.3.2.5.1.1 Combinación de métodos

No es fácil para los desarrolladores elegir una técnica para evaluar la usabilidad de un producto ya que no existen acuerdos normativos sobre cual aplicar en cada caso y cada una tiene sus ventajas e inconvenientes.

La definición de usabilidad dada por el estándar ISO 9241-10 [33], establece que los métodos que permiten evaluar si un sitio es usable, son los que requieren entradas de datos del usuario (p. ej. encuestas, o la realización de tareas concretas utilizando el producto o su prototipo). Sin embargo, estos pueden ser combinados con los métodos de inspección, realizados por expertos y que evalúan la conformidad del producto con un conjunto de principios y aspectos de la interfaz.

A continuación se muestra un resumen comparativo en la Tabla 8:

Técnica	Tipo de medida/métrica	Laboratorio	Etapas del ciclo de vida	participantes	Nº de evaluadores
<b>INSPECCIÓN</b>					
<b>Evaluación heurística</b>	Objetivas	No	Diseño	0	2 o más
<b>Recorrido cognitivo</b>	Subjetivas	No	Diseño Pruebas/prototipo	0	2 o más
<b>INDAGACIÓN</b>					
<b>Observación de campo</b>	Cuantitativos	No	Requisitos. Diseño.	Varios representativos	1
<b>Encuesta</b>	Cuantitativos	No	Requisitos. Diseño Prueba/prototipo	100-200	1
<b>Cuestionarios</b>	Cuantitativos/Cualitativos	No	Prueba/prototipo. Lanzamiento	20 o más	1
<b>Entrevistas</b>	Cuantitativos/Cualitativos	No	Diseño. Prueba/prototipo. Lanzamiento	6 o más	1
<b>Grupo de discusión</b>	Cualitativos	No	Requisitos, Prueba/prototipo. Lanzamiento	entre 6 y 10	1 moderador + 2 observadores
<b>EMPÍRICOS</b>					
<b>Evaluación del desempeño</b>	Objetivas y cuantitativas	Sí	Prueba/prototipo. Lanzamiento.	entre 8 y 15	1
<b>Pensando en Voz Alta</b>	Subjetivas	No	Diseño. Prueba/prototipo. Lanzamiento.	1	1

TABLA 8. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD. BASADO EN [34].

## 2.4 ESTUDIO DE MERCADO

El objetivo del siguiente estudio es recopilar productos existentes en el mercado con características similares al del producto software desarrollado en el presente proyecto. El objeto de este apartado es aportar un reflejo de lo que está pasando en el mercado contextual al que nos dirigimos, para conocer cuáles son las tendencias de desarrollo, y valorar si las necesidades que nosotros consideramos que hemos de satisfacer con nuestro producto están cubiertas por los productos competidores.

A continuación se describen cada uno de los productos por separado para posteriormente someterlas a una evaluación comparativa en base a ciertos criterios definidos.

### 2.4.1 INVESTIGACIÓN DE PRODUCTOS

Se ha intentado centrar esta investigación acotando la selección de productos con los pertenecientes al campo de la biomedicina y específicos del área de radiología.

A continuación se presentan las herramientas y aplicaciones que se han seleccionado por su semejanza con el producto que queremos desarrollar en el presente proyecto en cuanto a las funcionalidades que integran o al tipo de cliente al que se dirigen.

#### 1. **Mobile MIM [35]**

Descripción obtenida por el fabricante:

Mobile MIM es una aplicación móvil de diagnóstico por imagen desarrollada para el iPad®, iPhone® y iPod touch®, presentada como solución portátil para los profesionales de la imagen médica fuera de sus puestos de trabajo. Las principales características que la definen son las siguientes:

- Permite compartir las imágenes con otros usuarios. P. ej. un médico visualiza cierta exploración en su iPhone y la comparte con el cirujano que a su vez solicita la opinión de un radiólogo.
- Visualiza tanto imágenes obtenidas a partir de rayos X como de ecografías.
- Es rápido en la distribución de las imágenes.

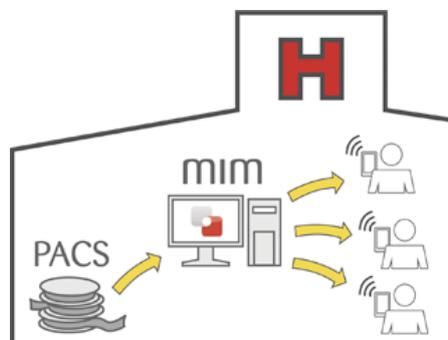


FIGURA 22. ESQUEMA FLUJOS DE INFORMACIÓN DE MOBILE MIM

Tal y como muestra la Figura 23 un servidor MIM se conecta a los servicios PACS para almacenar imágenes y datos y funcionar como un servidor de imágenes para Mobile MIM al que acceden los usuarios a través de sus dispositivos móviles conectados a la red local (VPN).

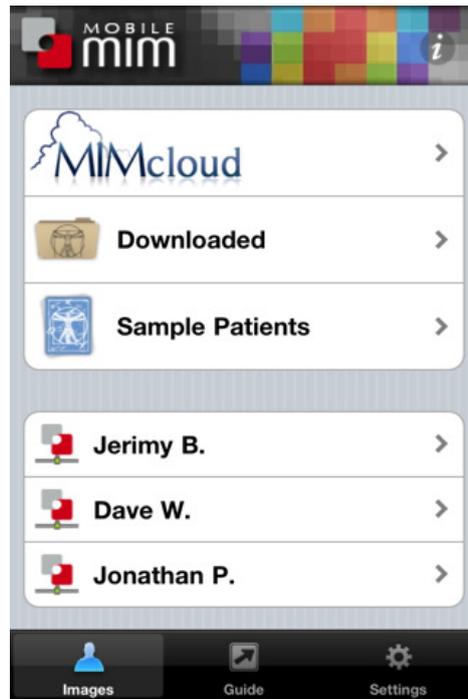


FIGURA 23. AMPLIACIÓN DE MOBILE MIM CON MIM CLOUD

Para proteger la privacidad de la información electrónica de salud personal se utiliza cifrado tanto al transferirse como al almacenarse. Los usuarios deben autenticarse en el repositorio Cloud para acceder.

## 2. StructuRad [36]

Descripción obtenida por el fabricante:

StructuRad ayuda a optimizar el flujo de trabajo de la práctica radiológica y a mejorar la eficiencia de los informes.

Se integra con sistemas RIS y PACS.

StructuRad integra las siguientes soluciones :

- ReportNow <sup>™</sup> herramienta que combina información estructurada y macro de reconocimiento de voz con el editor de Microsoft Word para crear informes finales.
- StudyManager <sup>™</sup> resuelve las necesidades de información complejos flujos de trabajo de la tele-radiología, la clínica y las prácticas hospitalarias. Optimiza el flujo de trabajo ya que desde la entrada del estudio hasta la realización del informe las listas de trabajo son configurables por el usuario. Los informes son rápida y fácilmente introducidos, editados y aprobados en un solo paso.

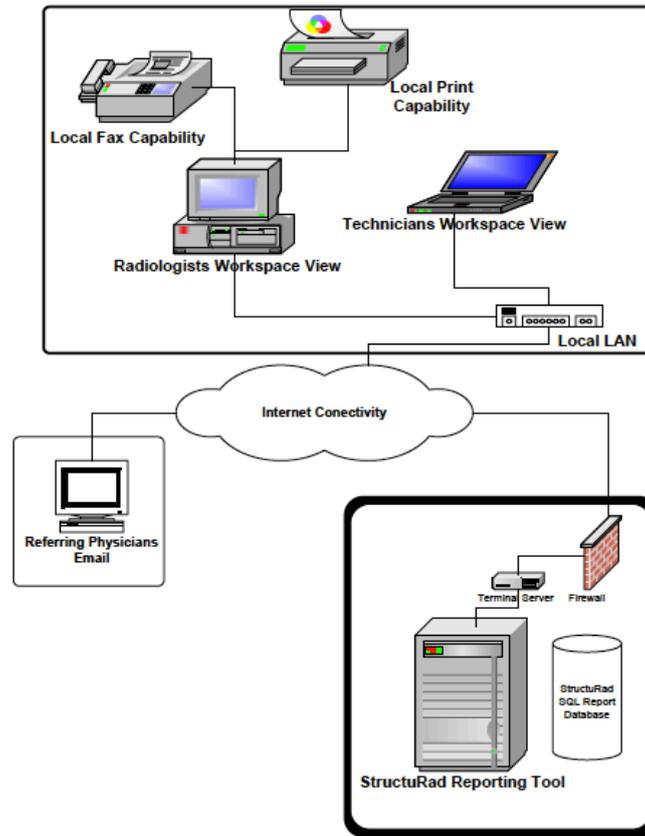


FIGURA 24. FUNCIONAMIENTO DE LA PLATAFORMA STRUCTURAD

Midway Hospital Department of Radiology	
Patient: John Smith XR # 24-35-48 Referring Physician: William Jones, MD	RM #: 208 Hospital #: 1234987450 Date: August 10, 2001
<b>PROCEDURE: Chest 2 views (71020).</b> Clinical information: Shortness of breath (786.05). Technique: Chest: PA, Lateral. Limitations: Suboptimal inspiration. Comparison: Chest x-ray (September 12, 2000).	
<b>FINDINGS:</b> <b>PROCEDURES:</b> Sternotomy. Coronary bypass surgery. <b>INSTRUMENTATION:</b> Triple lumen catheter with tip in the superior vena cava via the right subclavian vein. No evidence of a pneumothorax. Nasogastric tube with tip coiled in the fundus of the stomach. <b>PATHOLOGY:</b> Multiple 10-20 mm bilateral pulmonary cavitating nodules. Normal mediastinum. Unremarkable hila. Normal cardiac silhouette. Unremarkable aorta. Normal pulmonary vascularity. No evidence of pulmonary consolidation. Unremarkable pleural spaces. No pleural effusions identified. Unremarkable osseous structures. Normal soft tissues.	
<b>IMPRESSION:</b> 1. Multiple 10-20 mm bilateral pulmonary cavitating nodules. DDx: 1. Abscesses 2. TBC. 3. Metastases. Recommendations: Additional imaging requested: CT of the chest.	
Gerald Berman, MD (electronic signature)	
Printed: Thursday, August 10, 2001 10:49:03 PM	StructuRad LLC

FIGURA 25. EJEMPLO DE INFORME ESTRUCTURADO REALIZADO CON STRUCTURAD

### 3. HermaReport - Asistente de Informes de Radiología [37] **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Descripción obtenida por el fabricante:

Desarrollado por Caduceus Software, S.L. .

Redacta informes médicos radiológicos estructurados a medida que el usuario selecciona en la pantalla los ítems.

Utiliza tecnología Google para el desarrollo de RIA (*Rich Internet Application*) y aprovecha todas las ventajas del desarrollo y almacenamiento de datos en la nube (cloud).

Guía al radiólogo a la hora de la redacción del informe, aportando robustez frente a fallos y creando un informe estructurado y estandarizado.

Permite enlazar imágenes, documentación y sitios web de referencia o consulta para los distintos conceptos que se manejan en cada prueba.

Sitúa los hallazgos fácilmente haciendo clic sobre el punto correspondiente en la imagen anatómica.

HermaReport se apoya en la experiencia y en sistemas de informado como BI-RADS® ATLAS\*.

Compatible con todos los sistemas RIS y PACS

La herramienta es totalmente configurable y adaptable por el cliente y permite modificar sus contenidos para adaptarse a sus necesidades concretas de forma sencilla.

Compatible con dispositivos de pantalla táctil como TabletPC, iPad, PC All-in-One con pantalla táctil, etc.

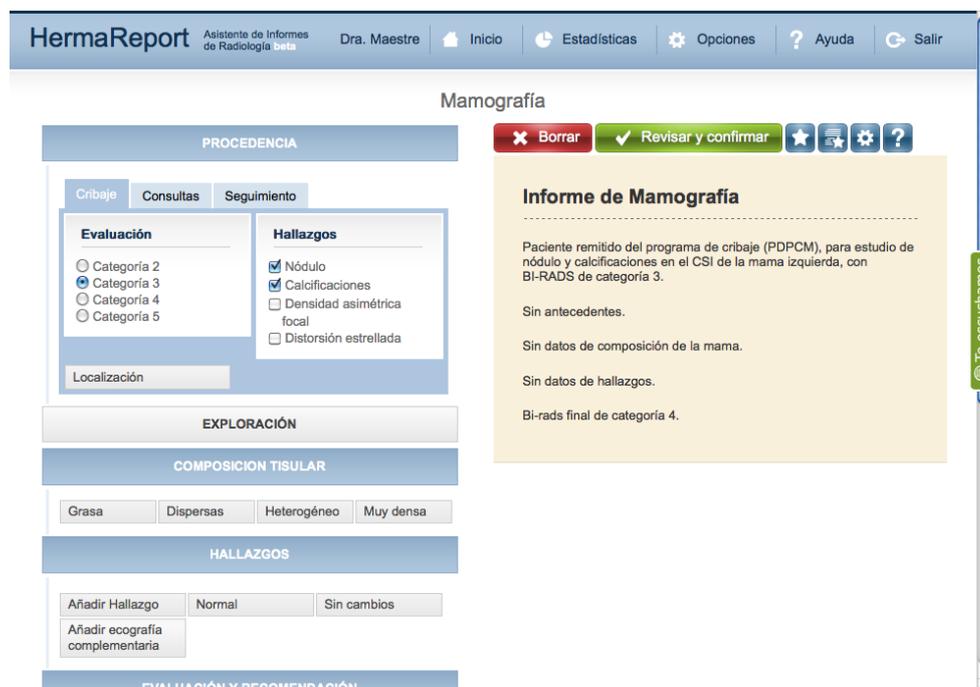


FIGURA 26. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS Y GENERACIÓN DE INFORMES ESTRUCTURADOS

FIGURA 27. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS DE HALLAZGOS

### PenRad MIS [38]

#### Descripción obtenida por el fabricante:

Incorpora terminología BI-RADS®, sugiriendo un valor automatizado de BI-RADS® a partir de los datos introducidos en los informes.

Aumento de la eficiencia en atajos: el radiólogo sólo ha de pulsar un botón para valorar un informe resultado negativo.

Completa integración con la infraestructura de flujo de trabajo de atención al paciente incluyendo MRI, EE.UU., HIS, PACS, etc. Mediante la incorporación de Volpara (software para el análisis computarizado centrado en el porcentaje de la densidad mamaria) calcula automáticamente la densidad de los tejidos con un informe detallado.

Se adecúa al CMS Physician Quality Reporting System (PQRS). Es una autoridad certificadora de la calidad en los informes médicos.

Cumple la ley HIPAA y MQSA que protege los datos médicos de los pacientes.

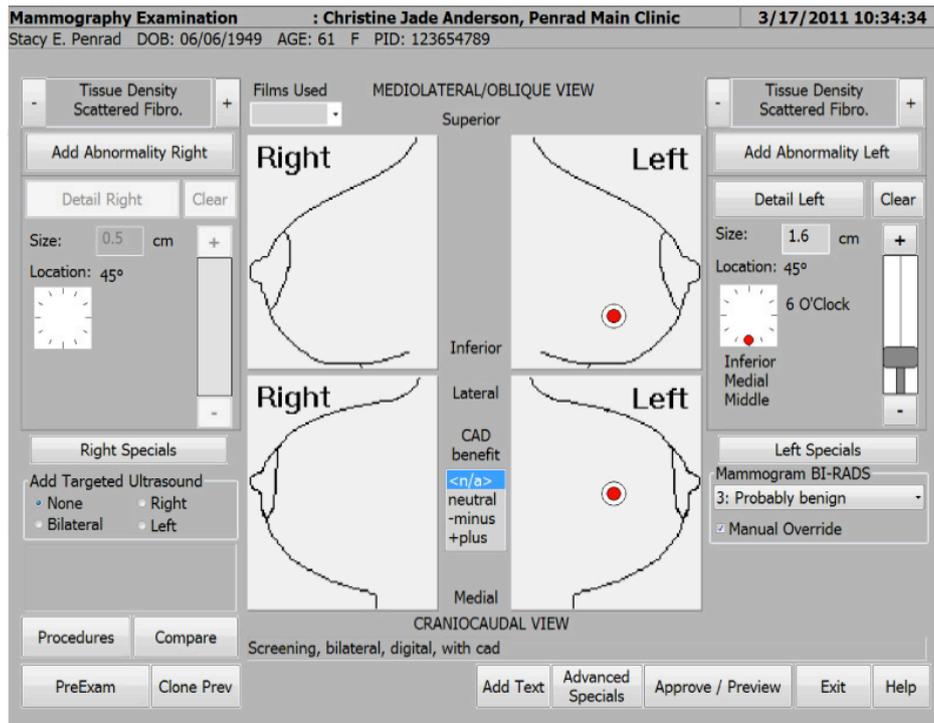


FIGURA 28. PANTALLA DE LOCALIZACIÓN Y VALORACIÓN BI-RADS DE HALLAZGOS

En la Figura 28 se observa el sistema de localización de hallazgos mediante introducción de valores y su correspondencia gráfica en los diagramas

También se ve en esta pantalla un apartado para realizar una valoración del hallazgo utilizando la terminología BI-RADS. El programa lo calcula automáticamente y puede ser modificado por el radiólogo.

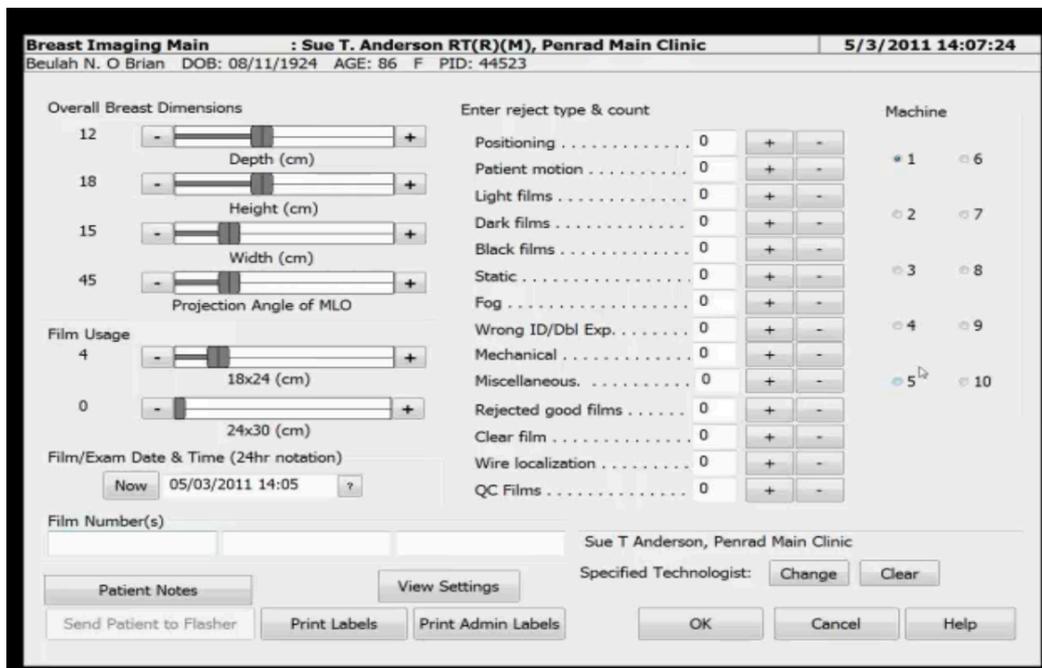


FIGURA 29. PANTALLA DE CAPTURA DE IMÁGENES MÉDICAS

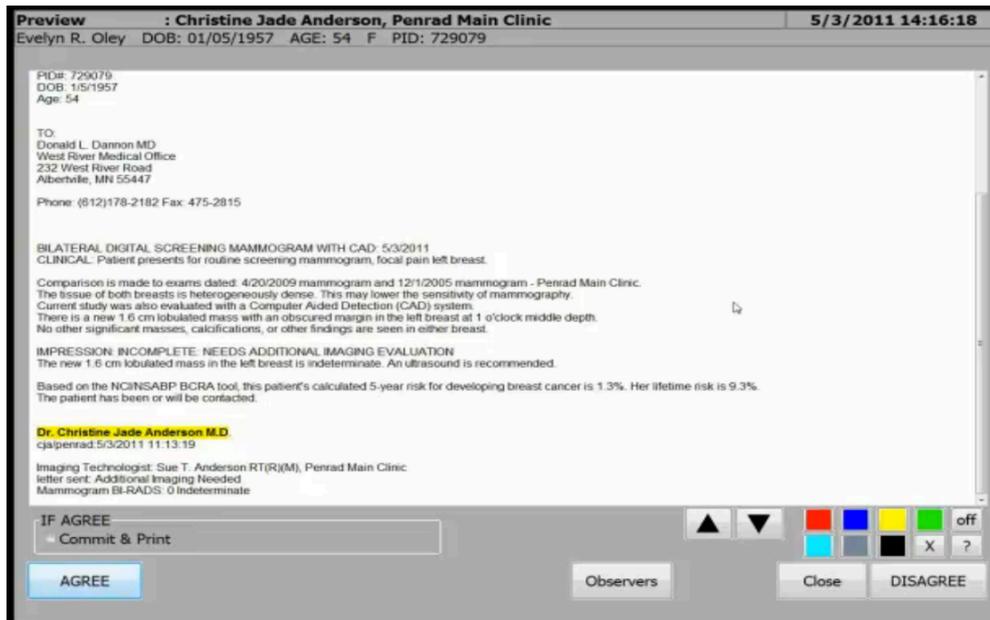


FIGURA 30. REDACCIÓN AUTOMÁTICA DEL INFORME

#### 4. Proyecto CVIMO (Ciberinfraestructura Valenciana de Imágenes Médicas Oncológicas)

CVIMO es un proyecto financiado por la Consellería de Empresa, Universidad y Ciencia (GVEMPO6/004) y coordinado por la Universidad Politécnica de Valencia, dedicado a poner en marcha una infraestructura informática Grid entre cinco hospitales para compartir estudios radiológicos especialmente relevantes de forma segura [39].

CVIMO es el precedente del presente proyecto, basado en arquitectura TRENCADIS.

Las principales características que ofrece la aplicación son:

- Interfaz Web. Mediante el uso de un navegador Web, los usuarios pueden interactuar con todas las funcionalidades que ofrece el sistema.
- Utiliza el formato de imágenes médicas y datos estructurados DICOM-SR.
- Implementa plantillas de informes estructurados específicas definidas por radiólogos y oncólogos de diferentes áreas médicas (hígado, pulmón y sistema nervioso central).
- Proporciona una codificación automática del estadio y valores del TNM.
- Garantiza la privacidad e integridad de la información mediante un entorno seguro.
- Genera informes estructurados a partir la introducción de datos en plantillas predefinidas que formalizan la estructura y las codificaciones a utilizar, así como las relaciones semánticas de sus contenidos. Los informes estructurados que se generen serán codificados en DICOM-SR y guardados en los mismos almacenes en donde se encuentre el estudio DICOM al que referencien.
- Permite la realización de búsquedas complejas (combinación de campos de búsqueda). El sistema distribuye la consulta entre los diferentes hospitales y presenta los casos que corresponden con los criterios especificados.

El modelo de operación con CVIMO es el siguiente:

## Envío de nuevos casos

Un radiólogo/a, durante el proceso de informe y desde su puesto de trabajo, se encuentra con un caso que, por su interés considera relevante para la investigación o formación. El caso se envía al repositorio local de estudios CVIMO instalado en el hospital a través del protocolo DICOM donde es guardado como pendiente de informe. Desde el servicio de radiología, el usuario se autentica en la aplicación web y accede a la plantilla para la generación de informes estructurados, selecciona el adecuado y rellena los campos. Una vez guardado el caso quedará disponible para todos los usuarios del sistema que pertenezcan al grupo de trabajo del área correspondiente al estudio.

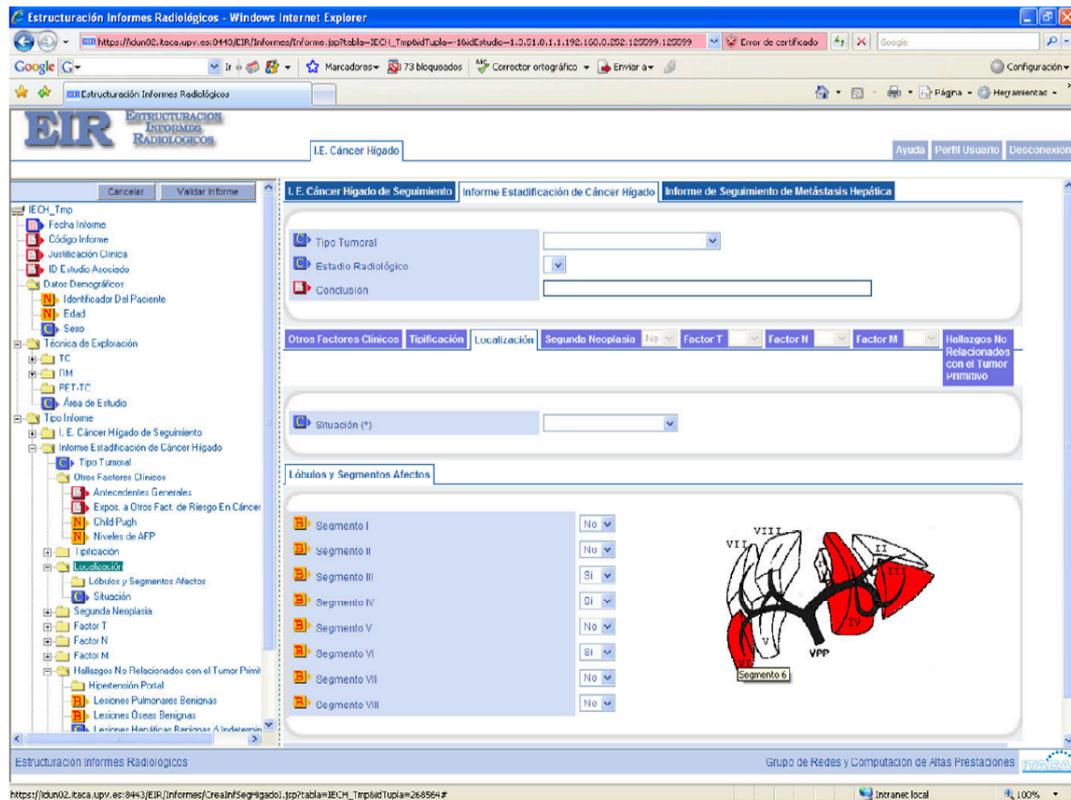


FIGURA 31. PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS ESTRUCTURADOS DICOM-SR

## Consulta de casos

Para la consulta, el usuario selecciona los campos correspondientes en la aplicación de búsqueda según la Figura 32. El sistema distribuye la consulta entre los ordenadores de los diferentes hospitales y le presenta los que corresponden con los criterios especificados.

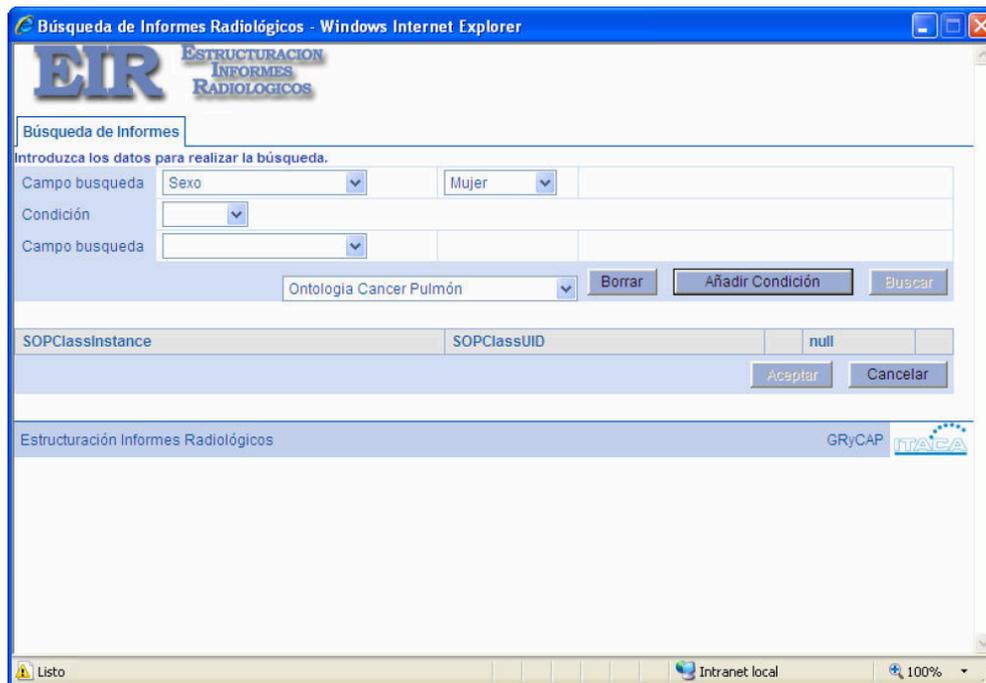


FIGURA 32. PANTALLA DE BÚSQUEDA DE INFORMES ESTRUCTURADOS DICOM-SR

## 2.4.2 EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MERCADO

Tras el análisis de las herramientas anteriores encontradas en el mercado, se han establecido los siguientes criterios que servirán para realizar una comparativa y para evaluar los productos:

- C1: ¿Permite la descarga o visualización de las imágenes médicas asociadas al episodio?
- C2: ¿Permite la introducción de datos de hallazgos observados en los estudios radiológicos?
- C3: ¿Genera informes estructurados a partir de plantillas pre-definidas?
- C4: ¿Permite la gestión de pacientes y de episodios a través de integración con el sistema de información hospitalario (HIS)?
- C5: ¿Realiza algún tipo de aproximación automática para el apoyo del diagnóstico?
- C6: ¿Utiliza terminologías estándares?
- C7: ¿Comparte datos por medio de plataformas de OV's (cloud o grid)?
- C8: ¿Realiza búsquedas a partir de datos comparados con otros estudios?
- C9: ¿Protege la seguridad de la información de la salud de los pacientes?
- C10: ¿Utiliza el estándar DICOM-SR para guardar información asociada a las imágenes médicas?

TABLA COMPARATIVA

PRODUCTOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN										TOTALES
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
Mobile MIM	✓			✓		NS/NC	✓		✓		4
StructuRad		✓	✓	✓						NS/NC	3
HermaReport		✓	✓	✓		✓	✓		NS/NC	NS/NC	5
PenRad MIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	8
CVIMO	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	9

TABLA 9. TABLA COMPARATIVA DE LOS PRODUCTOS ANALIZADOS A PARTIR DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Como se observa en la tabla, el producto que mejor resultados ha obtenido es CVIMO.

### 2.4.3 EVALUACIÓN DE USABILIDAD DE LOS PRODUCTOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

Dadas las características del presente proyecto resulta casi imprescindible realizar un estudio de usabilidad de los productos valorados en el estudio de mercado. Lamentablemente la mayoría de las empresas que los desarrollan no ofrecen versiones de prueba gratuitas, por lo que no ha sido posible realizar evaluaciones (heurísticas)

Excepcionalmente, Hermareport dispone de una versión de pruebas (Beta) en internet y permite su utilización tras registrarse en su web. A continuación ofrecemos una lista de defectos<sup>12</sup> encontrados en la herramienta. La conclusión general es que la herramienta en su estado actual no es apropiada en condiciones de gran carga de trabajo dado que ofrece una interacción lenta.

#### Defectos encontrados Hermareport

**Defecto 1.** (Guía/orientación del usuario): No hay ayuda en línea disponible. Esto dificulta su aprendizaje.

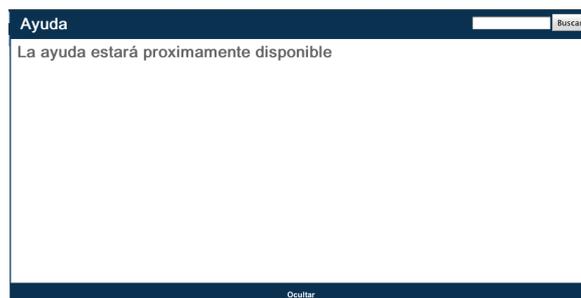


FIGURA 33. MENSAJE QUE APARECE AL CONSULTAR LA AYUDA EN HERMAREPORT

<sup>12</sup> Defectos encontrados y clasificados según los criterios ergonómicos de Bastien y Scapin [22].

**Defecto 2.** (Consistencia/coherencia): La estructura del árbol de índice a los formularios de edición de cadenas de los informes no coincide con la estructura de los formulario de introducción de datos. Esto causa confusión, dificulta la tarea de edición de las cadenas.

FIGURA 34.

FORMULARIOS DE

Evaluación	
Categoría 2	paciente remitido del programa de cribaje con BI-RADS de categoría 2
Categoría 3	con BI-RADS de categoría 3
Categoría 4	con BI-RADS de categoría 4
Categoría 5	con BI-RADS de categoría 5

INTRODUCCIÓN DE DATOS Y DE EDICIÓN DE CADENAS

**Defecto 3.** (Agrupación/distinción de elementos): La disposición de elementos en algunos formularios de introducción de datos no es adecuada. Dificulta la legibilidad del texto. En el ejemplo, las opciones de mamografía complementaria se deberían disponer en una sola línea dado que hay espacio.

FIGURA 35. FORMULARIO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS.

**Defecto 4.** (Incitación): Cuando un formulario está cerrado, no se le indica al usuario si contiene información introducida por el radiólogo o no.

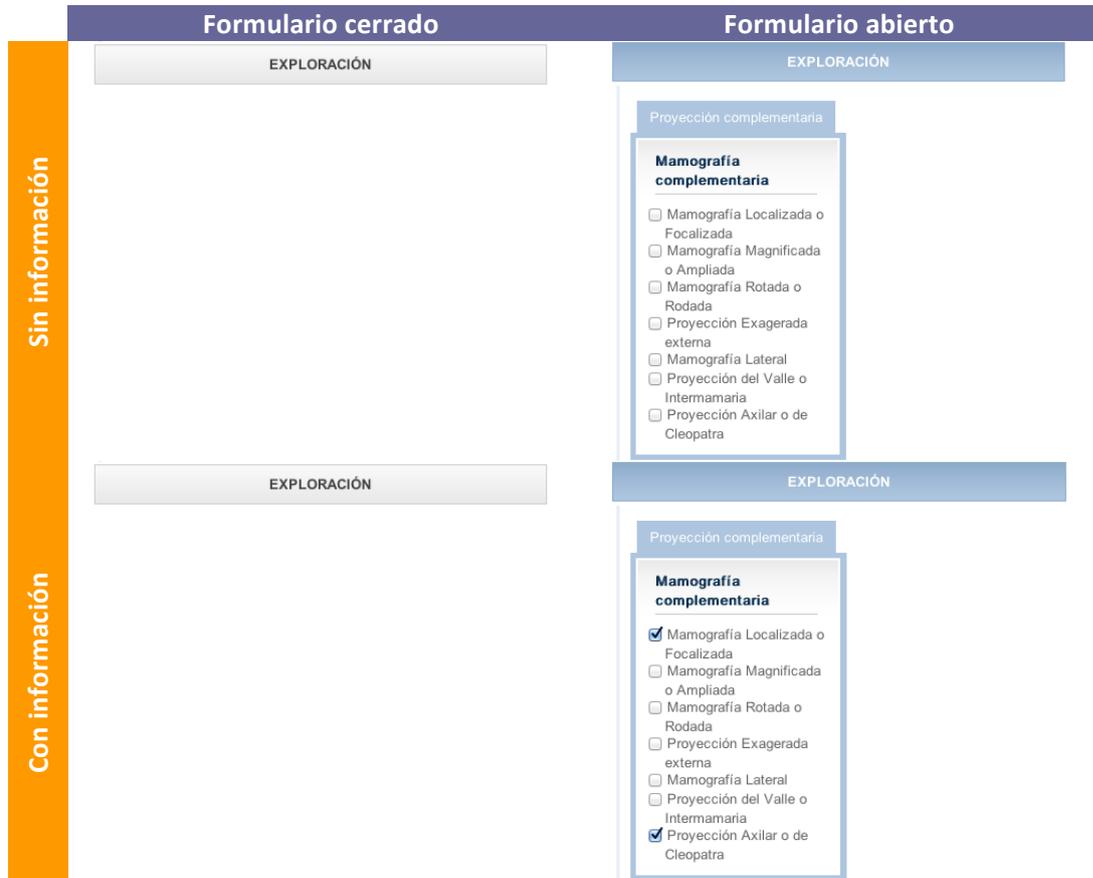


FIGURA 36. VISTAS DEL FORMULARIO DE INTRODUCCIÓN DE DATOS

**Defecto 5.** (Agrupación/distinción de elementos). Al pulsar en el botón de borrar un informe, aparece un mensaje de confirmación cuyos botones son confusos y están mal ubicados. Coincide el icono del botón de Borrar con el botón de cancelación del borrado (que son precisamente contrarios). Al menos deberían tener un texto significativo que los acompañara (p.ej. ✗ “Cancelar el borrado” y ✓ “Proceder con el borrado”).

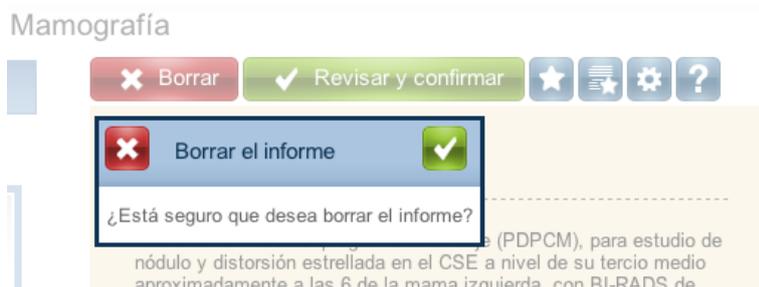


FIGURA 37. DISPOSICIÓN Y ASPECTO DE ELEMENTOS EN VENTANA DE CONFIRMACIÓN

Además, su ubicación a los dos lados del título del mensaje es inapropiada porque dificulta la interpretación de los elementos. No es conforme a las convenciones habituales para disponer estos botones. Sería más apropiado colocar los botones bajo la pregunta del mensaje.

**Defecto 6.** (Corrección de errores): Si se procede con el borrado de un informe, no se ofrece la posibilidad de deshacer el borrado.

**Defecto 7.** (Protección de errores): Algunos campos de entrada permiten introducir valores de tipo incorrecto.

A screenshot of a web form. At the top, the word "Tamaño" is written in a bold, blue font. Below it is a horizontal line. Underneath the line is a text input field with a thin border, containing the string "ttsdfefb".

FIGURA 38. EJEMPLO DE CAMPO QUE PERMITE ENTRADA DE DATOS INCORRECTOS

**Defecto 8.** (Experiencia de usuario): La navegación por los elementos de los formularios de introducción de datos solo es posible mediante ratón. Debería proveerse la posibilidad de navegar rápidamente mediante teclado, para usuarios expertos que prefieran esta modalidad de interacción.

#### 2.4.4 CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO MERCADO

En general ha sido difícil encontrar productos que respondieran a la mayoría de los criterios de evaluación de este estudio. Esto parece ser debido a que se trata de un mercado emergente, sobretudo a nivel nacional (la mayoría de productos de este estudio están implementados en los sistemas hospitalario de los EE.UU.).

En lo que respecta a la indagación de si esos productos han seguido una metodología de desarrollo centrado en el usuario o si han sido sometidos a evaluaciones de usabilidad, excepto en el caso de CVIMO del cual sabemos que no, no ha sido posible obtener dicha información.

El sistema sanitario en España se está adaptando poco a poco a la tecnología, y paralelamente se están desarrollando nuevas herramientas que den soporte a las necesidades científicas. La investigación está en pos de ello, realizando aproximaciones al contexto y produciendo prototipos que realicen las funcionalidades descritas.

Las ventajas de utilizar las TIC en este área de la medicina son:

- Aumento de la capacidad de almacenamiento de datos.
- Estructuración y almacenamiento de la información en las bases de datos.
- Relacionar diferentes tipos o entradas de información, por ejemplo imágenes médicas con informes de diagnóstico.
- Transferencia de información a través de la red.
- Gestión del conocimiento basado en la comparación de episodios y diagnósticos.

Hemos de suponer que con el tiempo estos productos irán creciendo e implementando nuevas características que los integren completamente con la gestión clínica y con la investigación.

## 3 DISEÑO DE LA INTERFAZ DEL PRODUCTO

La realización del presente proyecto está condicionado por el contexto específico de trabajo de los usuarios finales para los que se ha desarrollado. A su vez, la tecnología utilizada y otros requisitos de origen diverso se han tenido en cuenta para realizar el diseño del producto. Todos ellos están explicados a continuación.

Tal y como se vio en el capítulo anterior para realizar el diseño del producto se ha seguido un proceso basado en el modelo de diseño DCU estudiado en la sección 2.3 Diseño centrado en el usuario (DCU), dividido en las siguientes etapas:

1. **Estudio del contexto** de los usuarios finales del producto.
2. **Análisis de requisitos**, de los usuarios y organizacionales, añadiendo los tecnológicos.
3. **Diseño de soluciones**, que son implementadas en un prototipo funcional.
4. **Evaluación con usuarios** de las soluciones implementadas en el prototipo.
5. **Resultados de la evaluación** que dan lugar a recomendaciones de rediseño y mejora del producto.

Este capítulo describe el proceso de diseño de la interfaz, centrándose en la descripción de las tres primeras etapas del proceso.

Dada su extensión y peso en el presente proyecto, las etapas de evaluación con usuarios y la de resultados se exponen en los siguientes capítulos.

### 3.1 ESTUDIO DEL CONTEXTO DEL USUARIO

El prototipo del producto se desarrolla para un grupo de radiólogos del Hospital Universitario Doctor Peset de Valencia, cuyo trabajo diario tiene las siguientes características:

#### 3.1.1 PROCESO CLÍNICO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL CÁNCER DE MAMA

Tal y como se explica en la sección 2.1.1 el equipo de radiólogos describe el proceso clínico del episodio diagnóstico del cáncer de mama a través de los pasos de la Figura 39 .

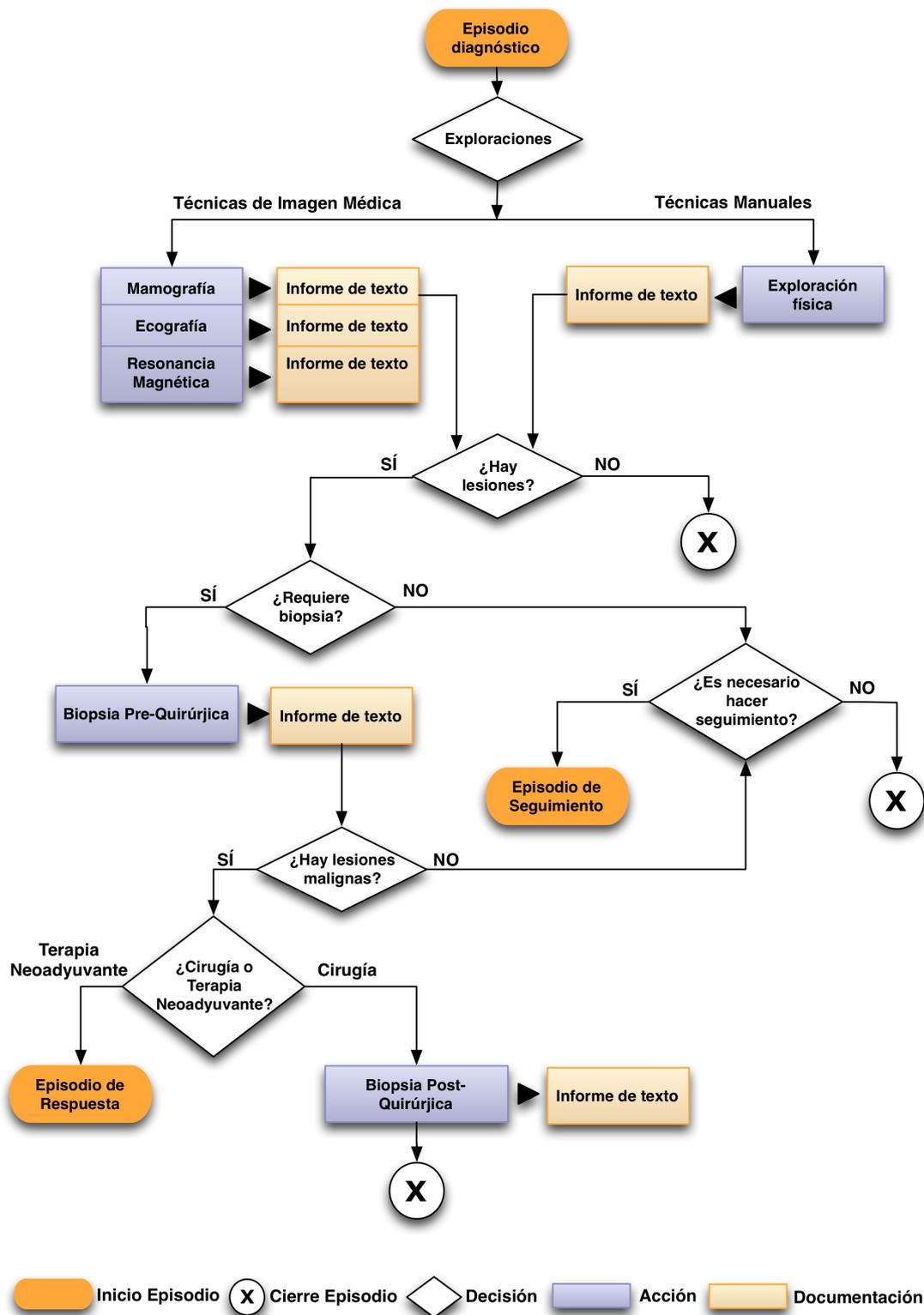


FIGURA 39. PROCESO CLÍNICO DEL EPISODIO DIAGNÓSTICO DEL CÁNCER DE MAMA. BASADA EN [40]

Este proceso se basa en la Guía de Oncología para Cáncer de Mama de las autoridades sanitarias la Comunidad Valenciana [5], que recogen los siguientes pasos:

1. Entrevista con el paciente y establecimiento de un episodio diagnóstico acerca del estado de salud del paciente.

- 1.1. Realización de las exploraciones físicas y de las exploraciones basadas en imagen médica (mamografía, resonancia magnética y ecografía) necesarias.
- 1.2. Estudio y realización de informes de los resultados de las exploraciones realizadas. En especial en estos informes se evalúan las lesiones halladas y se determina si se requiere realizar una biopsia pre-quirúrgica para obtener más información del grado de malignidad de las mismas.
- 1.3. Realización de un informe de resultados de la biopsia pre-quirúrgica si esta ha sido requerida.
- 1.4. Si se ha realizado cirugía el médico puede considerar conveniente la realización de una biopsia post-quirúrgica.
- 1.5. Realización del informe de resultados de la biopsia post-quirúrgica.
2. Si no ha sido necesario realizar una biopsia pre-quirúrgica o en el caso de haberla realizado y cuyo resultado acerca de las lesiones haya sido benignas el médico puede abrir un episodio de seguimiento de la enfermedad.
3. Establecimiento de episodios de respuesta a un tratamiento concreto o tras la realización de cirugía.

### 3.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS DISPONIBLES EN EL CONTEXTO DEL USUARIO

#### **Archivo de imágenes digitales**

El archivo de imágenes digitales está centralizado en el hospital, con imágenes recibidas de los diferentes departamentos del propio hospital.

#### **Sistema PACS**

Integrado con la solución Radicom SIGRADD para la gestión de los servicios de radiología, con funciones como gestión de citas, planificación de recursos.

Las imágenes se almacenan en un servidor Web y, una vez que el informe radiológico está disponible, son distribuidas en el entorno clínico.

#### **Pantallas específicas para la visualización de imagen médica**

El hospital utiliza varias calidades de dispositivos de visualización de la marca Barco cuya resolución varía dependiendo del tipo de estudios a visualizar (siendo por ejemplo menor en ecografía).



FIGURA 40. PANTALLAS DE IMAGEN MÉDICA PARA DIAGNÓSTICO. OBTENIDA EN [41].

### Avances en Teleradiología

La solución K-Radicom facilita aspectos relacionados con la telemedicina. El sistema ya se está utilizando para enviar imágenes a los PACS de otros hospitales conectados a través de estaciones de comunicaciones y teleradiología sobre la red ARTERIAS de la Comunidad Valenciana.

## 3.2 ANÁLISIS DE REQUISITOS

A partir de sucesivas reuniones de trabajo entre el equipo de radiólogos del Hospital Doctor Peset y los ingenieros del Grupo de investigación GRyCAP del I3M de la Universidad Politécnica de Valencia, se establecen las necesidades del usuario que se han de considerar para diseñar la interfaz del producto.

### 3.2.1 NECESIDADES DEL USUARIO

La necesidad principal del cliente es: “Desarrollar una herramienta informática capaz de crear un informe estructurado y estandarizado en cáncer de mama, que integre todas las técnicas de imagen y que permita la toma de decisiones de una forma objetiva”.

La frase anterior implica:

- **Estructurar y estandarizar la información**, organizar jerárquicamente los informes de estudios radiológicos en base a ontologías definidas y codificar los valores de cada campo utilizando terminologías concretas a fin de emitir un informe diagnóstico.
- Gestionar los **procesos clínicos para el diagnóstico del cáncer de mama**.
- **Proteger la información** de la salud de los pacientes, cumpliendo la legislación actual sobre datos de carácter personal (LOPD). Limitar el acceso a las imágenes e informes a los usuarios autorizados (el equipo médico que trata al paciente).

- Facilitar la **investigación** mediante la consulta de informes a través de la combinación de criterios de búsqueda.

El producto deberá asimismo ser compatible con otros sistemas implementados en el centro, permitiendo la incorporación de las imágenes médicas para formar parte del informe de resultados de las diferentes exploraciones que se realicen. De este modo las imágenes e informes estarán vinculados (DICOM-SR).

### 3.2.2 REQUISITOS FUNCIONALES

Una vez realizado análisis de estas necesidades se obtiene la relación de funcionalidades que ha de presentar la aplicación estableciendo la siguientes correspondencias:

Categoría	Descripción	Correspondencia Necesidad
1	Gestión del acceso al sistema	Protección de la información
2	Gestionar del historial clínico de un paciente.	Proceso clínico para el diagnóstico del cáncer de mama
3	Realizar informes estructurados	Proceso clínico para el diagnóstico del cáncer de mama Estructuración y estandarización de la información
4	Realización de búsquedas de informes a partir de cualquier dato o combinación de datos.	Investigación

TABLA 10. REQUISITOS FUNCIONALES

La Tabla 10 muestra las funciones y sub-funciones que se deben implementar para realizar la tarea de la Categoría 3: Realizar informes estructurados: *“Introducción información observada en los estudios radiológicos en plantillas basadas en ontologías a fin de emitir un informe estructurado”*. La nomenclatura empleada permite comprender el bloque funcional al que pertenece cada función (ver tabla anterior). Por ejemplo, las funciones señaladas con un C2 pertenecen al bloque de gestión del historial clínico del paciente.

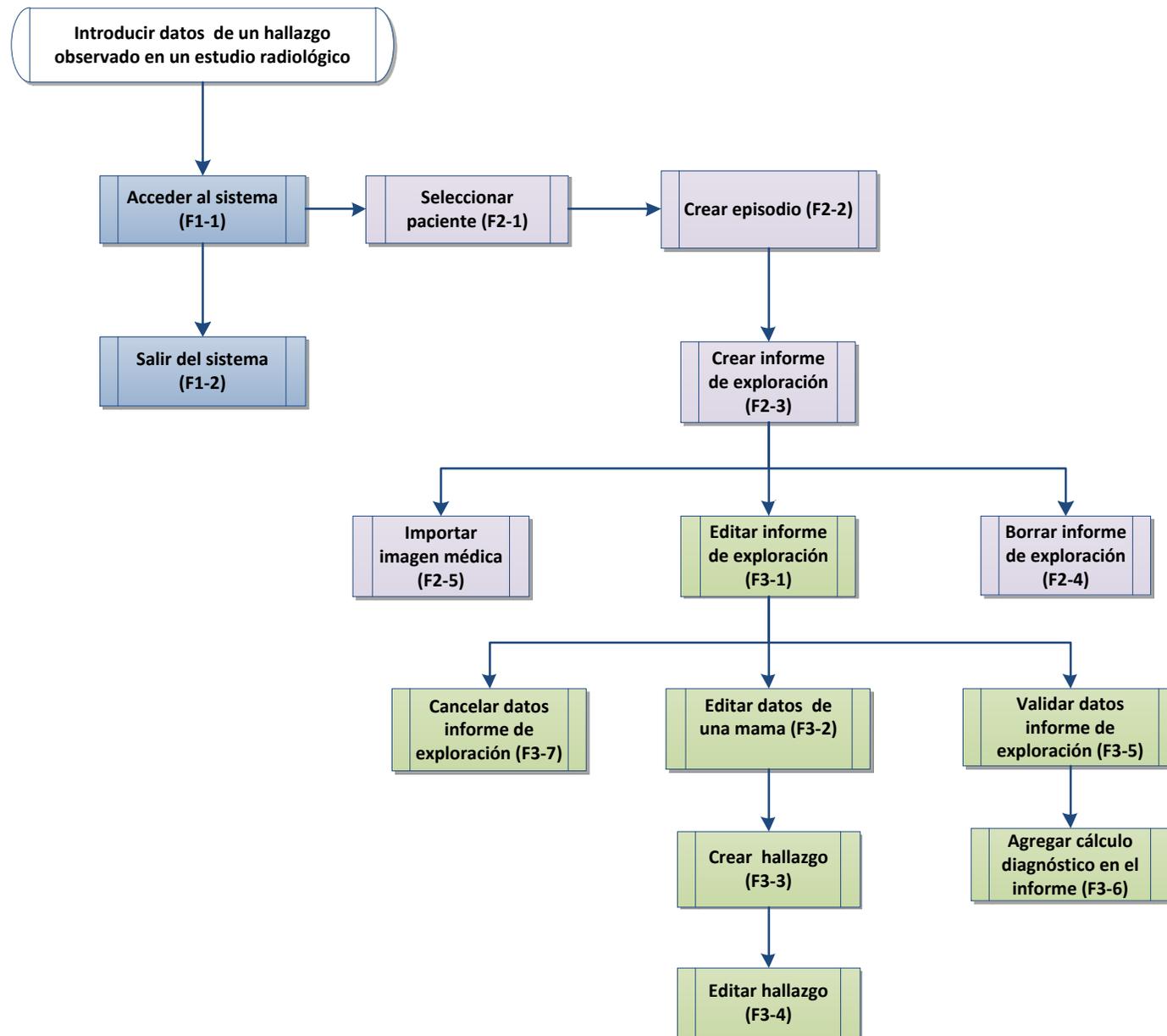


FIGURA 1. ÁRBOL FUNCIONAL PARA LA TAREA: "INTRODUCIR DATOS DE UN HALLAZGO OBSERVADO EN UN ESTUDIO RADIOLÓGICO"

A continuación se describe con detalle y se amplían las funciones de la Figura 41. Árbol funcional para la tarea: “Introducir datos de un hallazgo observado en un estudio radiológico”.

### 1: Gestión del acceso al sistema

<b>Función</b>	<b>Acceder al sistema (F1-1)</b>
<b>Descripción</b>	Iniciar sesión en el sistema con usuario y contraseña para acceder a los diferentes recursos disponibles
<b>Objetivo</b>	Restringir el acceso al sistema y proteger los datos personales. Trazabilidad de uso del sistema.
<b>Condiciones previas</b>	Navegador web que tenga instaladas las credenciales del usuario. Introducción de la dirección (url) de acceso a la aplicación.
<b>Consecuencias</b>	Validar el perfil del usuario, mostrando su nombre y apellidos. Direccionamiento de los permisos de acceso a estudios médicos autorizados para el usuario. Acceso al panel de selección de paciente.

<b>Función</b>	<b>Salir del sistema (F1-2)</b>
<b>Descripción</b>	Cerrar la sesión desde cualquier situación del sistema.
<b>Objetivo</b>	Cerrar la sesión.
<b>Condiciones previas</b>	Que se haya creado una sesión con anterioridad.
<b>Consecuencias</b>	Se cierra la sesión, se muestra un mensaje de estado y vuelve a la pantalla de acceso a la aplicación.

### Categoría 2: Gestionar del historial clínico de un paciente.

<b>Función</b>	<b>Seleccionar paciente (F2-1)</b>
<b>Descripción</b>	Facilitar el acceso a los estudios radiológicos de cada uno de los pacientes de un listado.
<b>Objetivo</b>	Acceso a los estudios de un paciente.
<b>Condiciones previas</b>	Haber accedido con credenciales al sistema. Que el paciente esté dado de alta en el sistema (importado de otro subsistema de la plataforma)
<b>Consecuencias</b>	Acceso a los estudios del paciente seleccionado.

<b>Función</b>	<b>Buscar paciente (F2-1-1)</b>
<b>Descripción</b>	Facilitar la búsqueda de un paciente concreto a partir uno o varios criterios de búsqueda.
<b>Objetivo</b>	Agilizar la recuperación de información almacenada de un paciente por medio de valores concretos.
<b>Condiciones previas</b>	Que el paciente esté dado de alta en el sistema (importado de otro subsistema de la plataforma). Que se conozca al menos un dato del paciente con el que realizar la búsqueda.
<b>Consecuencias</b>	Ubicación en el listado de pacientes del paciente seleccionado.

<b>Función</b>	<b>Crear episodio (F2-2)</b>
<b>Descripción</b>	Gestionar el historial clínico del paciente, creando un episodio que será de tipo diagnóstico, tratamiento o respuesta en función del momento de realización de los estudios radiológicos.
<b>Objetivo</b>	Crear un episodio donde se agruparán los informes de los estudios radiológicos realizados al paciente.
<b>Condiciones previas</b>	Que se haya seleccionado un paciente de la lista.
<b>Consecuencias</b>	Acceso a la pantalla de selección de las exploraciones que van a formar parte de dicho episodio.

<b>Función</b>	<b>Crear informe de exploración (F2-3)</b>
<b>Descripción</b>	Seleccionar de las opciones previstas el número y tipo de exploraciones que han sido realizadas al paciente. Los tipos pueden ser: exploración clínica, ecografía, mamografía, biopsia pre-quirúrgica, biopsia quirúrgica
<b>Objetivo</b>	Crear contenedores de información estructurada a partir de ontologías por cada tipo de exploración.
<b>Condiciones previas</b>	Que exista y se seleccione un episodio ( diagnóstico, de seguimiento o de respuesta) con el que relacionar el informe de la exploración.
<b>Consecuencias</b>	Creación de la exploración en el historial clínico del paciente.

<b>Función</b>	<b>Borrar informe de exploración (F2-4)</b>
<b>Descripción</b>	Eliminar estructura y contenido de la exploración seleccionada.
<b>Objetivo</b>	Eliminar la información introducida en el sistema para la exploración; se elimina tanto el contenedor como el contenido.
<b>Condiciones previas</b>	Que exista una exploración.
<b>Consecuencias</b>	Borrado de la exploración en el historial clínico del paciente.

<b>Función</b>	<b>Importar imagen médica (F2-5)</b>
<b>Descripción</b>	Mecanismo para importar la imagen médica correspondiente a la exploración seleccionada.
<b>Objetivo</b>	Al importar las imágenes médicas DICOM de la exploración, estas son guardadas junto con su informe DICOM-SR correspondiente.
<b>Condiciones previas</b>	Que las imágenes médicas de los estudios radiológicos esté disponibles en el sistema. Que se haya creado una exploración a la que asociar estas imágenes.
<b>Consecuencias</b>	Asociación de las imágenes médicas con los informes.

### Categoría 3: Realizar informes estructurados

<b>Función</b>	<b>Editar informe de exploración (F3-1)</b>
<b>Descripción</b>	Acceso a la pantalla de introducción de datos de la exploración correspondiente. Acceso a datos correspondientes a la exploración a nivel general, como son: fecha de realización del informe, codificación del informe y relaciones con estudios realizados anteriormente al paciente.
<b>Objetivo</b>	Cargar la plantilla correspondiente al tipo de exploración seleccionada según unas ontologías predefinidas. Asegurar la trazabilidad de los informes al incluir datos identificativos y relaciones con los estudios radiológicos.
<b>Condiciones previas</b>	Que exista una exploración pendiente de informar en el sistema. Que el sistema tenga acceso a dichos estudios radiológicos. Que se haya cargado una plantilla para editar la exploración
<b>Consecuencias</b>	El informe en curso queda identificado lo que facilitará su recuperación y sus datos son registrados.

<b>Función</b>	<b>Editar datos de una mama (F3-2)</b>
<b>Descripción</b>	El usuario accederá al conjunto de campos de edición disponibles para informar las observaciones halladas en la exploración de la mama (derecha o izquierda)
<b>Objetivo</b>	Gestionar la información relevante de las observaciones de la/s mama/s que han sido sometidas a exploración radiológica.
<b>Condiciones previas</b>	Que se haya cargado la plantilla correspondiente a una exploración.
<b>Consecuencias</b>	Los datos de la mama quedan registrados.

<b>Función</b>	<b>Crear un hallazgo (F3-3)</b>
<b>Descripción</b>	El radiólogo que ha detectado un hallazgo de un tipo determinado ( p. ej. un nódulo o una desestructuración) en una mama lo da de alta para introducir datos descriptivos relacionados.
<b>Objetivo</b>	Añadir la estructura de campos definida (específicos para cada tipo de hallazgo) para un hallazgo observado en una exploración radiológica.
<b>Condiciones previas</b>	Que se esté introduciendo datos en el informe de una exploración concreta. Que se haya detectado un hallazgo para informar.
<b>Consecuencias</b>	Adición de campos al informe estructurado debido a la generación del hallazgo.

<b>Función</b>	<b>Editar hallazgo (F3-4)</b>
<b>Descripción</b>	Introducir las características relevantes de los hallazgos observados en las exploraciones en campos específicos para cada tipo de dato (campos de fecha, listas de valores para describir su morfologías, valores numéricos para las dimensiones del hallazgo, localización en la mama,...)
<b>Objetivo</b>	Almacenar estructuradamente la información descriptiva de los hallazgos.
<b>Condiciones previas</b>	Que se haya creado el hallazgo en la plantilla de la exploración.
<b>Consecuencias</b>	Se almacena la información acerca de un hallazgo.

<b>Función</b>	<b>Validar datos del informe de la exploración (F3-5)</b>
<b>Descripción</b>	Constatar que la información introducida es correcta para su almacenado. Esto implica que el sistema ha de informar al usuario de los errores o problemas en la introducción de datos como p.ej. campos obligatorios que no han sido rellenados.
<b>Objetivo</b>	Detectar inconsistencias en la información introducida en la exploración para garantizar la validez de los datos guardados.
<b>Condiciones previas</b>	Haber introducido datos en el informe de una exploración. Que el usuario haya ejecutado la acción "Validar".
<b>Consecuencias</b>	Revisión y guardado de la información introducida.

<b>Función</b>	<b>Cálculo automático de diagnóstico en el informe (F3-6)</b>
<b>Descripción</b>	El sistema, en base a la información introducida en el informe de exploración realizará un cálculo del diagnóstico a partir del BI-RADS para los hallazgos informados. El usuario podrá cambiar este valor si lo considera necesario.
<b>Objetivo</b>	Ofrecer ayuda al diagnóstico al radiólogo en base a codificaciones estándares existentes en el área científica.
<b>Condiciones previas</b>	Que se haya seleccionado la opción "Validar datos del informe de exploración"
<b>Consecuencias</b>	El informe se guarda con el valor BI-RADS asociado.

<b>Función</b>	<b>Cancelar datos del informe de exploración (F3-7)</b>
<b>Descripción</b>	Cancelar el almacenamiento de los datos que se hubieran introducido en el informe de una exploración concreta.
<b>Objetivo</b>	Permitir al usuario eliminar un informe de exploración.
<b>Condiciones previas</b>	Haber accedido a la plantilla de introducción de datos de una exploración concreta.
<b>Consecuencias</b>	Se elimina el informe.

### 3.2.3 OTROS REQUISITOS

#### 3.2.3.1 TECNOLÓGICOS

A continuación se exponen algunos requisitos derivados del uso de la tecnología:

1. Dado que **TRENCADIS** se despliega sobre infraestructura Grid, el producto software será una **aplicación web** cuya interfaz permita introducir la información en las bases de datos. Esto implica que:
  - a. Se implementará un sistema de credenciales de usuarios compatible con los protocolos de seguridad en Internet.
  - b. Se utilizarán lenguajes de programación estándares para la visualización de las páginas en navegadores (Internet Explorer, Firefox, Safari...), como html, css y javascript.
  - c. Se utilizará un lenguaje de programación adecuado para crear páginas web dinámicas, es decir cuya información varíe en función de lo solicitado a las bases de datos (p. ej. jsp).
2. El uso del estándar **DICOM-SR** tiene ciertas implicaciones en cuanto a la estructuración del información que se tendrán en cuenta en el diseño de la interfaz:
  - a. En primer lugar, la **información está jerarquizada** por lo que es conveniente diseñar mecanismos de interacción para gestionar (navegar, crear, borrar) los campos de los informes de forma análoga.
  - b. En segundo lugar hemos de tener en cuenta los **tipos de nodos** que define el estándar, para crear campos que sean conformes con el estándar (ver la sección 2.2.1.1).
3. El uso de **plantillas ontológicas** almacenadas en el servidor de Ontologías de TRENCADIS para introducir datos en los informes manteniendo la uniformidad entre todos los repositorios. Estas plantillas crean dinámicamente una vista virtual de los datos distribuidos para cada usuario, y ejecutan consultas distribuidas en el sistema para recuperar la información de ellos. Se definen por consenso por los centros hospitalarios que participan en el despliegue de la infraestructura TRENCADIS. En particular, en este proyecto se crearon seis plantillas de ontología, correspondientes a cada una de los informes resultado implicados en el proceso clínico de diagnóstico, seguimiento y respuesta de cáncer de mama:
  - 1) Informe de Exploración Clínica,
  - 2) Informe de Mamografía,
  - 3) Informe de Resonancia Magnética,
  - 4) Informe de Ecografía,
  - 5) Informe de Biopsias pre-quirúrgicas, y
  - 6) Biopsias quirúrgicas.

Los radiólogos seleccionan una de estas ontologías predefinidas, para acceder a la introducción de datos.

### 3.2.3.2 REQUISITOS CORPORATIVOS

La interfaz del producto ha de incluir el logotipo de TRENCADIS dado que es la plataforma bajo la cual se desarrolla el producto. Por lo que el diseño gráfico de la interfaz debería realizarse en base a la imagen corporativa de TRENCADIS, p. ej. en cuanto a la utilización de una paleta de colores u otra.

Además debe de informar acerca de los creadores y colaboradores incluyendo los logotipos de las organizaciones implicadas, u otra información de interés sobre los mismos.

### 3.2.3.3 REQUISITOS RELACIONADOS CON CRITERIOS DE USABILIDAD

En general se aplicarán los conceptos aprendidos en el estudio de los criterios de usabilidad del capítulo anterior. Como muestra se incluye a continuación un listado con los más relevantes:

#### **Guía /orientación del usuario**

- La interfaz ha de **ser simple, fácil de aprender y utilizar**, con funcionalidades accesibles y bien definidas.
- Se crearán distinciones y agrupaciones visuales para mostrar la estructuración de la información y ayudar al usuario a comprender el funcionamiento del programa. Por ejemplo en la sección de gestión de episodios se mostrará de alguna manera la dependencia o relación de los episodios de diagnóstico con los de seguimiento y respuesta a tratamiento.
- La interfaz mostrará ciertas diferenciaciones visuales entre los distintos tipos de campos detallados en el apartado 2.2.2.1 Aplicación de ontologías en DICOM-SR:
  - Obligatorios, que contengan un valor obligatoriamente en el momento de la validación del informe de una exploración.
  - Condicionales, que dependen del valor de otro campo para su activación.
  - Múltiples, que se suman o restan del corpus del informe en base a la creación de nuevos valores. P. ej. informar más de un hallazgo observado en mamografía.

#### **Control explícito del usuario:**

- Permitir a los usuarios decidir el momento de validación y guardado de los datos del informe que ha introducido.
- Posibilitar realizar acciones como añadir o borrar elementos en los informes (hallazgos) o en la gestión del historial clínico (episodios y exploraciones)

#### **Protección de errores:**

- Tener en cuenta los errores del usuario y proporcionar una retroalimentación apropiada del sistema en cuanto a **mensajes de error**.
- **Evitar la introducción de texto libre en los campos del informe**, a fin de guiar al radiólogo, facilitándole la introducción de la información evitando errores. Por ello es conveniente siempre que sea posible utilizar listas de valores concretos u opciones seleccionables (checkbox) donde el médico seleccionará una de las opciones.

- Se considera importante inducir con claridad la correcta introducción de los **datos de localización de los hallazgos** encontrados en las imágenes médicas. P. ej. en el momento de llevar a la paciente al quirófano no es trivial incidir en la zona correcta donde se debe operar.

### **Compatibilidad**

- Utilizar el **lenguaje de los usuarios**, mediante la aplicación de terminologías estándares (RADLEX, BI-RADS o SNOMED) a los valores de los campos del informe.

### **Feedback/Información del estado del sistema:**

- En las pantallas dedicadas a la gestión de estudios de imágenes médicas DICOM, y dado que TRENCADIS tiene control acerca del estado de los estudios almacenados en las bases de datos distribuidas, se debe **diferenciar estudios que han sido informados de los estudios pendientes de informar**.

### **Legibilidad**

- El **tamaño de la tipografía** debe permitir su lectura en condiciones habituales de uso (en interior y usando una pantalla mayor de 11 pulgadas con su resolución por defecto).
- El **contraste entre color de la tipografía y el fondo** de la pantalla permitirá distinguir el texto con facilidad.

### **Carga de trabajo**

- Se intentará disminuir la carga cognitiva del usuario en la realización de **tareas similares**, p. ej. en las pantallas de introducción de datos las plantillas de presentación de la información serán similares.
- Además, en **páginas similares** las acciones se realizarán de la misma manera.
- Se requiere presentar la **información** de forma **clara y concisa** mostrando sólo lo importante para no aumentar la densidad de información.
- El usuario debería llegar a cualquier página en el **menor número posible de clics** de ratón, (nuestra meta<3)
- Se ha de **calcular automáticamente** la gravedad de los hallazgos mediante valores del **BI-RADS** obtenidos para cada una de las exploraciones realizadas al paciente a partir de los datos de las lesiones introducidas por el médico radiólogo en los informes.
- **Facilitar encontrar información relacionada** disminuyendo el número de pasos que el usuario ha de realizar. Por ejemplo al ejecutar búsquedas de informes estructurados, estos podrán ser descargados junto con las imágenes DICOM con las que estén relacionadas.

### **Consistencia y coherencia**

- Disponer los elementos de la interfaz siempre en una **ubicación y formato similar a lo largo de las pantallas**, utilizando el mismo estilo para mostrar el mismo tipo de elementos (botones, listados, títulos, enlaces, etc.).
- **Utilizar convenciones de diseño** tanto como sea posible para aproximarnos al modelo mental genérico del usuario acerca de cómo debería funcionar la aplicación. Es importante

no intentar re-inventar la rueda, si algo se ha demostrado que funciona en otros productos, lo incorporaremos. Ver Estudio de Mercado en la sección 2.4

#### **Flexibilidad**

- **Evitaremos requerir escritura** cuando un botón de selección o un enlace lo pueden hacer.
- **Listas de valores seleccionables** se utilizarán terminologías estándares decididas de antemano.
- Permitiremos **atajos para usuarios expertos** como evitar que el usuario tenga que cambiar constantemente entre hacer clic y escribir.

#### **Compatibilidad**

- Los diálogos entre el usuario y el ordenador deberían reflejar la estructura de datos sobre la que se está trabajando; así los informes que se generen deben corresponder a plantillas que definan su estructura y contenidos. Estas plantillas pueden estar o no especificadas mediante el estándar DICOM.

#### **3.2.3.4 REQUISITOS DE ACCESIBILIDAD**

- Incluiremos la descripción textual de todas las imágenes mediante el atributo ALT.
- Usaremos alto contraste y fuentes altamente legibles para ayudar a los que tienen menos capacidad visual.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES

El prototipo del producto software del presente PFC ha ido variando a medida que se han ido implementando y mejorando las diferentes soluciones de diseño. Por esta razón a continuación no se van a exponer varias soluciones de cuya discusión se ha elegido la más conveniente, sino un proceso de selección que a lo largo del tiempo presenta variaciones adaptándose a resultados de tests por parte de los desarrolladores y entrevistas con el cliente (que en ocasiones han dado lugar a nuevos requisitos).

#### 3.3.1 SOLUCIONES GENERALES

A continuación se describen las soluciones implementadas en el interfaz del prototipo agrupándolas en visualizaciones (pantallas) que permiten al usuario realizar las tareas (funciones) analizadas en el apartado 3.2.2.

#### 3.3.2 PANTALLA DE ACCESO AL SISTEMA

La pantalla de acceso al sistema permite a los usuarios iniciar sesión por medio de claves proporcionadas a tal efecto.

**Función a implementar:**

Acceder al sistema (F1-1)

**Diseño de componentes de interfaz:**

Identificador del producto (título, logotipo...)

Formulario de inicio de sesión

Usuario:

Contraseña:

Acceder

Detailed description: The image shows a wireframe of a system login screen. It is contained within a large rounded rectangle. At the top left, there is a label 'Identificador del producto (título, logotipo...)'. In the center, there is a smaller rounded rectangle representing the 'Formulario de inicio de sesión'. Inside this form, there are two input fields: one for 'Usuario' and one for 'Contraseña'. To the right of the 'Contraseña' field is a button labeled 'Acceder'.

FIGURA 42. PROTOTIPO DE PANTALLA DE ACCESO AL SISTEMA

Según vemos en la Figura 42 los elementos o componentes de interfaz que están presentes en esta pantalla son:

- **Identificador del producto**, compuesto por el nombre, la imagen corporativa y logotipo del producto.
- **Formulario de inicio de sesión**, que consta de:
  - Campo de formulario de nombre de usuario requerido.
  - Campo de formulario de contraseña requerida
  - Botón de envío de credenciales.



Figura 43. Prototipo web de la pantalla de acceso al sistema

Esta pantalla cumple además las funciones esperadas de una página de inicio. Dado que es la puerta de entrada al producto, la solución adoptada apuesta por ser vistosa incluyendo una animación que va iluminando los trozos del fondo. Esta animación no resulta molesta ni demora la carga de contenidos, simplemente está de fondo.

También contiene el nombre del producto: “*Generación de Informes Estructurados para cáncer de mama*”; la información referida a los creadores y entidades colaboradoras en el proyecto se muestra en la zona de logotipos donde cada uno es además un vínculo que abre la página web correspondiente.

### **Soluciones de seguridad**

- Es obligatoria la autenticación para acceder a los contenidos. Los usuarios se autentican en el formulario de entrada para el inicio de la sesión en la aplicación a través de un navegador Web mediante certificados digitales basados en una matriz de grupos de usuarios con restricciones de acceso a los contenidos (gestionados por TRENCADIS).

- Los usuarios que van a utilizar el producto son exclusivamente los miembros del departamento de radiología del Hospital Peset de Valencia y por ello se crea un sistema de credenciales y técnicas de cifrado que limita e impide el acceso a la información confidencial a usuarios no autorizados, incluso a los administradores del sistema.

### 3.3.3 PANTALLA PARA SALIR DEL SISTEMA

#### **Función a implementar**

Salir del sistema (F1-2)

#### **Diseño de componentes de interfaz:**



FIGURA 44. BOTÓN PARA CERRAR LA SESIÓN Y SALIR DEL SISTEMA

En todas las pantallas o paneles excepto en la página de acceso (página inicial) se ubica un botón para cerrar la sesión y salir del sistema.

La Figura 45 muestra la pantalla de salida del sistema: un mensaje avisa al usuario de la acción que puede llevar a cabo pulsando uno de los dos mensajes de confirmación.



FIGURA 45. PANTALLA DE SALIDA DEL SISTEMA

#### **Soluciones de seguridad**

- La sesión será válida hasta que el usuario utilice el componente correspondiente al cierre de la sesión o cierre el navegador web. Además existe un tiempo límite de sesión, tras lo cual esta expira automáticamente.

### 3.3.4 PANTALLAS DE GESTIÓN DEL HISTORIAL CLÍNICO DE UN PACIENTE

En general se trata de pantallas que contienen listados de registros (de pacientes o de episodios y exploraciones realizadas a los mismos).

#### 3.3.4.1 Pantallas de búsqueda y selección del paciente

Es necesario cargar listados de los pacientes dados de alta en el sistema, para seleccionar el paciente concreto del cual se quiere gestionar el historial clínico radiológico.

##### Funciones a implementar:

Seleccionar paciente (F2-1)

##### Diseño de componentes de interfaz:

**Listado** de pacientes en formato de tabla tabulada en cuya cabecera se muestran los títulos que identifican los datos incluidos en las columnas. Si el listado es muy extenso se mostrarán unas barras de desplazamiento vertical.

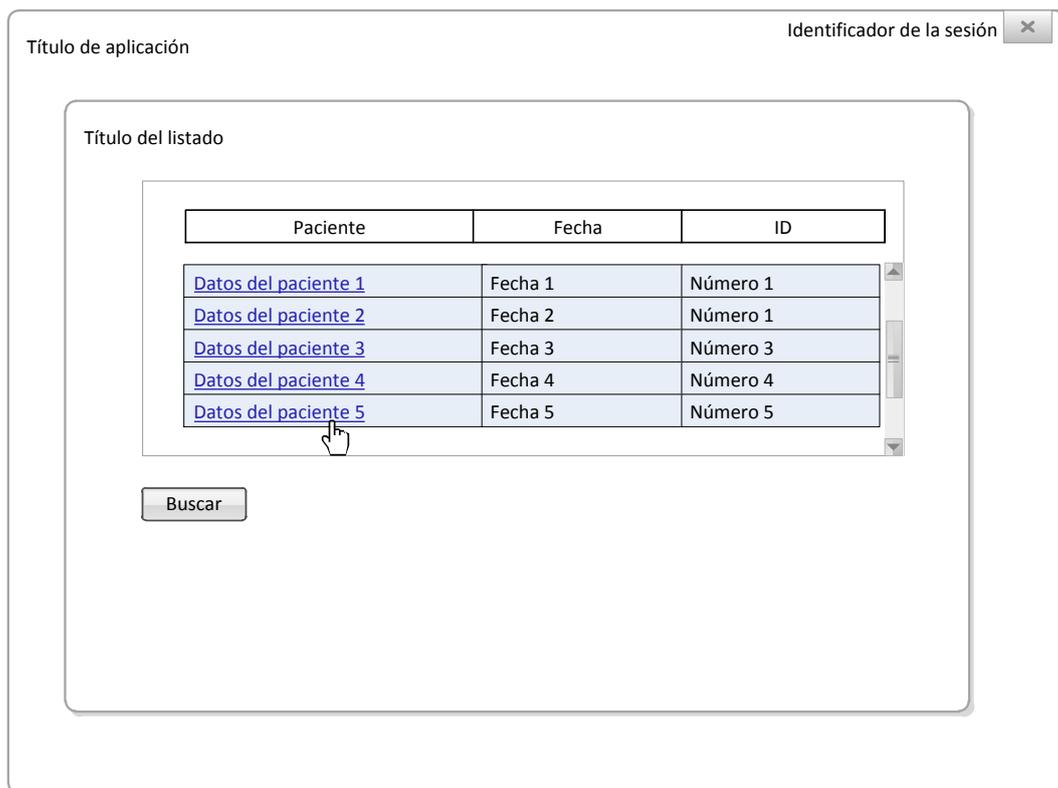


FIGURA 46. PROTOTIPO PANTALLA LISTADO DE PACIENTES

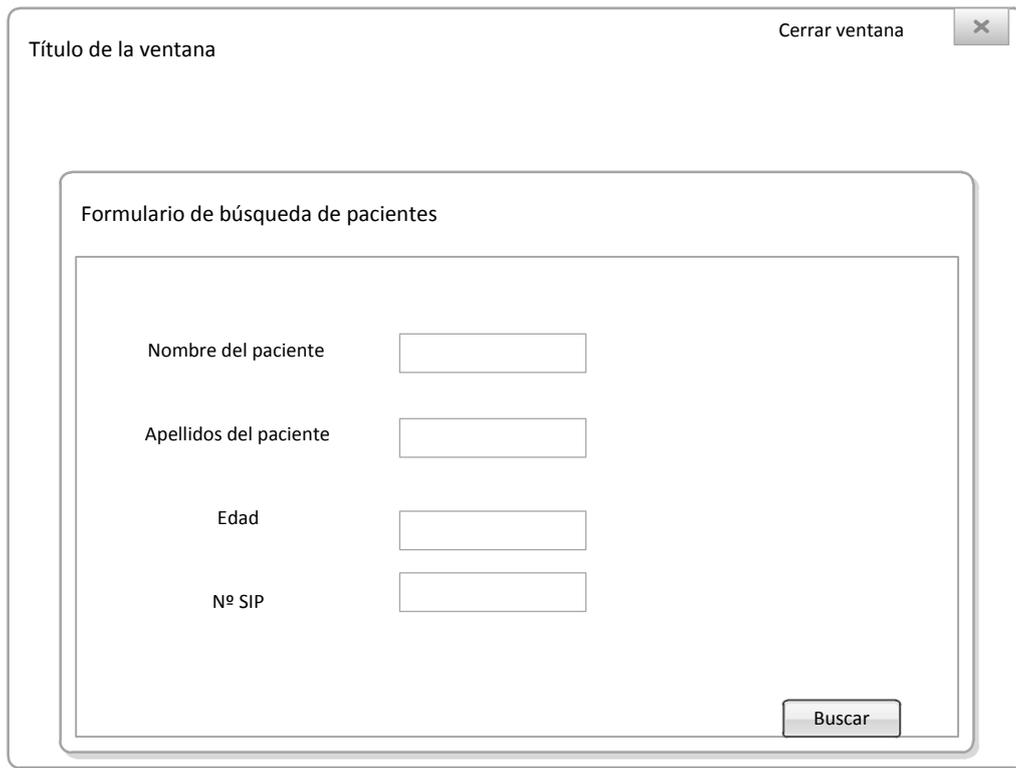
- Cada uno de los elementos del listado (pacientes), tiene asociado un **enlace** que funciona de vínculo de acceso a la siguiente pantalla (gestión de episodios), estableciendo una relación unívoca entre los datos de ambas.

- Se incluye un **botón de búsqueda**, que muestra un formulario donde introducir datos concretos para encontrar un paciente determinado a través de algunos campos de búsqueda. El esquema de esta pantalla se puede ver a continuación en la Figura 47.

**Función a implementar:**

Buscar paciente (F2-1-1)

**Diseño de componentes de interfaz:**



El prototipo muestra una ventana con un título "Título de la ventana" y un botón "Cerrar ventana" con un símbolo de 'X'. Dentro de la ventana hay un formulario titulado "Formulario de búsqueda de pacientes". Este formulario contiene cuatro campos de entrada de texto: "Nombre del paciente", "Apellidos del paciente", "Edad" y "Nº SIP". En la parte inferior derecha del formulario hay un botón etiquetado "Buscar".

FIGURA 47. PROTOTIPO DE PANTALLA DE BÚSQUEDA DE PACIENTES

- **Título de la ventana o funcionalidad**, que ubica al usuario.
- **Botón para cerrar ventana** o funcionalidad y volver al estado anterior.
- **Formulario de búsqueda del paciente** compuesto por:
  - Campo de formulario de nombre del paciente (campo de texto).
  - Campo de formulario de apellidos del paciente (campo de texto).
  - Campo de formulario de edad del paciente (campo numérico).
  - Campo de formulario de número identificativo del paciente (campo numérico).
  - Botón de búsqueda que envía los datos introducidos por el usuario en los campos del formulario y busca los coincidentes almacenados en la base de datos de pacientes.

**Búsqueda de Pacientes**

NOTA: Rellene los campos necesarios para realizar la búsqueda de pacientes

**DATOS DEL PACIENTE**

Nombre

Apellidos

Edad  años

Núm. SIP

Fecha de registro

NHC

FIGURA 48. PROTOTIPO WEB (II). PANTALLA DE BÚSQUEDA DE PACIENTE

En la Figura 48 vemos el aspecto del componente de búsqueda de pacientes según ciertos campos definidos. Debido a que muchos navegadores web tienen limitado el uso de ventanas emergentes (pop-up), este componente se carga sobre la pantalla de listado de pacientes a modo de capa superpuesta y se cierra bien al pulsar el “Botón Cerrar” de la esquina superior derecha, o al realizar la búsqueda pulsando el “Botón Aceptar”.

**Informes estructurados** Usuario: Cristina Maestre Cerrar sesión

**Pacientes** Exploraciones

Búsqueda  Ordenar por Número/ID

Número/ID	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	Edad
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	35
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	80
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellidomaslargo	55
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	65
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	55
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	51
455552	Nombre	Apellido1	Segundoapellido	68

Nombre Apellido1 Segundoapellido 45552

Edad 35 años

Otro Dato otro dato

HOSPITAL UNIVERSITARI DOCTOR PESET GRyCAP

FIGURA 49. PROTOTIPO WEB (I) PANTALLA DE LISTADO DE PACIENTES

Como se aprecia en la Figura 49. Prototipo web (I) Pantalla de listado de pacientes una de las primeras soluciones funcionales para la pantalla de listado de pacientes incluye en la zona derecha de la pantalla los datos detallados del paciente, que se muestran al seleccionar sobre la línea correspondiente de un paciente del listado.

Paciente	Fecha de registro	NHC	Número SIP	Sexo
Paciente 0 DEMO USABILIDAD	31/01/2010	00000000	4234013	♀
Paciente 1 TEST USABILIDAD	01/01/2010	11111111	4560121	♀
Paciente 2 TEST USABILIDAD	02/01/2010	22222222	5234012	♀
Paciente 3 TEST USABILIDAD	03/01/2010	33333333	2214315	♀
Paciente 4 TEST USABILIDAD	04/01/2010	44444444	7214043	♀
Paciente 5 TEST USABILIDAD	05/01/2010	55555555	6234011	♀
Paciente 6 TEST USABILIDAD	06/01/2010	66666666	5337043	♀
Paciente 7 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	6884099	♀
Paciente 8 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	3234531	♀
Paciente 9 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	2235511	♀
Paciente 10 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	5234159	♀
Paciente 11 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	7254951	♀
Paciente 12 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	4568722	♀
Paciente 13 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	6753357	♀
Paciente 14 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	4559674	♀
Paciente 15 TEST USABILIDAD	31/01/2010	77777777	5862486	♀

FIGURA 50. PROTOTIPO WEB (II) PANTALLA DE LISTADO DE PACIENTES

En la solución de la Figura 50 el cuadro adicional de información del paciente se ha dado que se puede obtener esta información con otras aplicaciones hospitalarias ya existentes.

Las líneas del listado incorporan un efecto de resaltado al situar sobre ellas el cursor, esta característica orienta al usuario en el control de las acciones a la vez que pretende prevenir errores al evitar acceder al historial de otro paciente.

Al hacer doble clic sobre cualquier punto de la línea de información de un paciente, se accede a su historial como veremos a continuación.

### 3.3.4.2 PANTALLAS DE GESTIÓN DE EPISODIOS

Una vez seleccionado el paciente se accede a su historial médico, compuesto de resultados de exploraciones agrupadas en episodios.

#### Funciones a implementar:

Crear episodio (F2-2)

Crear informe de exploración (F2-3)

Borrar informe de exploración (F2-4)

Importar imagen médica (F2-5)

#### Diseño de componentes de interfaz:



FIGURA 51. PROTOTIPO PANTALLA GESTIÓN DE EPISODIOS

En la Figura 51 se observan los componentes principales de interfaz necesarios para implementar las funcionalidades anteriores.

- **Información identificativa del episodio** que agrupa las exploraciones realizadas a la paciente en dicho periodo clínico.
- **Listado de exploraciones** en formato tabla con información y acciones asociadas, como son:
  - **Tipo** de exploración.
  - **Fecha de realización** de la exploración.
  - Enlace de **carga/visualización de las imágenes médicas** de cada exploración.

- **Botón de consulta del informe**, si éste se ha realizado con anterioridad y está disponible.
- **Botón de edición del informe** (o introducción de datos).
- **Botón de borrado del informe**.

Si el listado es muy extenso se mostrarán unas barras de desplazamiento vertical.

- **Botón crear episodio**
- **Botón crear exploración**

Cabe decir que tal y como se especifica en los requisitos se ha de mostrar claramente la dependencia entre tipos de episodios, es decir, el episodio de respuesta y de tratamiento ha de estar relacionado estructural y visualmente al episodio diagnóstico que le corresponda. En los siguientes prototipos (Figura 52 y Figura 53) aparecen soluciones para la consecución de dicho requisito.

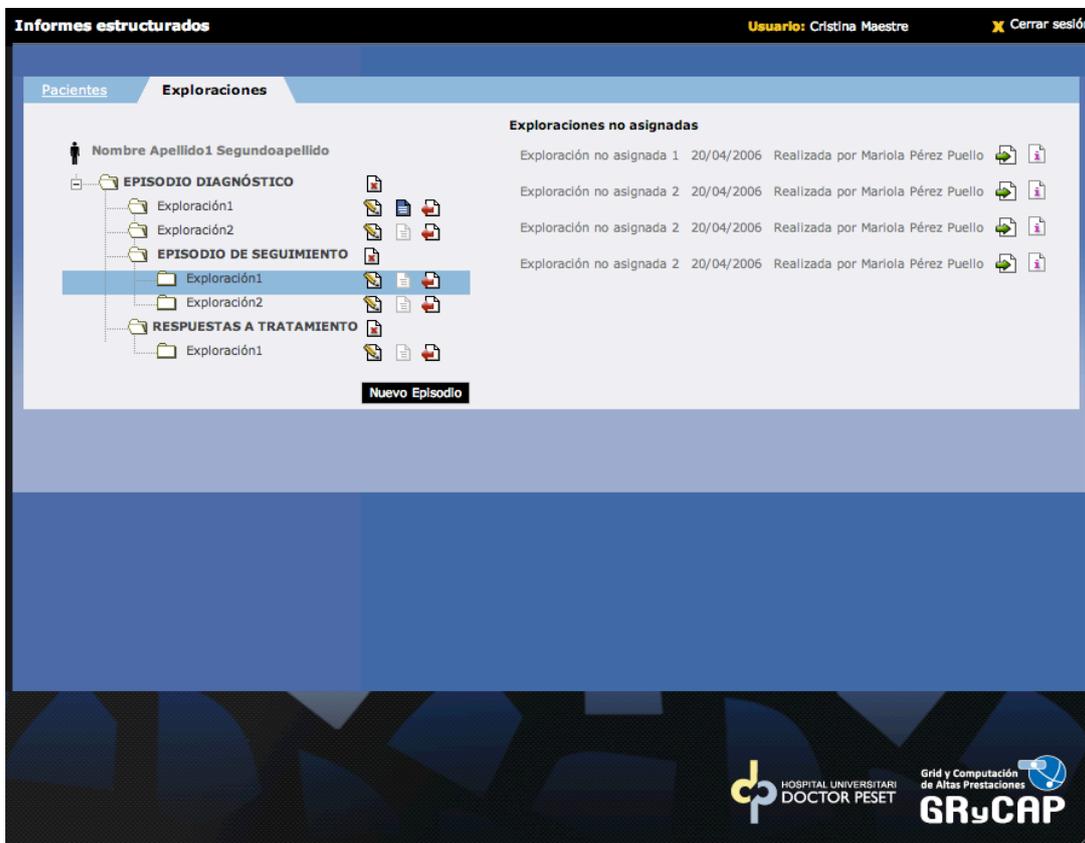


FIGURA 52. PROTOTIPO WEB (I) PANTALLA GESTIÓN DE ESTUDIOS DEL PACIENTE

En la figura anterior una estructura en forma de árbol muestra la clasificación jerárquica de los informes de exploraciones y los episodios. Como vemos, el elemento raíz a partir del que cual se anidan los demás elementos en niveles inferiores es el episodio diagnóstico que contiene las exploraciones realizadas en dicho periodo. También están en ese segundo nivel, en el caso de haberse realizado, los episodios de seguimiento y de respuesta a tratamiento que dependen de él. En un tercer nivel se sitúan las exploraciones realizadas en cada uno de los elementos del segundo nivel.

Se han diseñado unos iconos que funcionan como botones de acción para funciones relacionadas con cada exploración. Algunos de ellos proporcionan información de estado del sistema al cambiar su gama de color y sus restricciones de uso. P. ej. cuando los botones están desactivados se muestran en escala de grises para hacer entender que son elementos con los que el usuario no puede interactuar en ese momento concreto.

Los iconos y su información de estado son los siguientes:

ICONO ACTIVO	ACCIÓN/FUNCIONALIDAD
	Editar (introducir datos) en el informe
	Visualizar informe (definitivo)
	Borrar (episodio o exploración)
	Desvincular imágenes médicas del informe
	Vincular imágenes médicas al informe
	Mostrar información adicional

TABLA 11. PROTOTIPO WEB (I): ICONOS DE ACCIONES

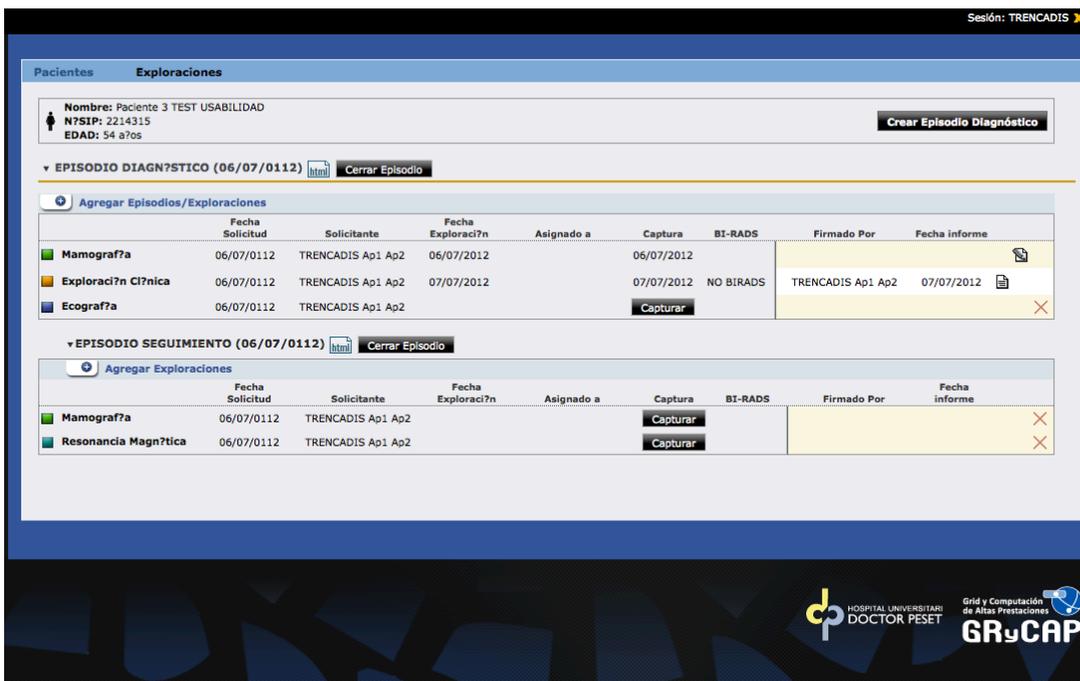


FIGURA 53. PROTOTIPO WEB (II) PANTALLA GESTIÓN DE ESTUDIOS DEL PACIENTE

Se ha incluido a primera vista la información específica de cada una de las exploraciones y episodios como son las fechas de creación de los episodios y de realización de las exploraciones. También se ha incluido la trazabilidad de los médicos y radiólogos implicados en los procesos clínicos (con los nombres de los médicos solicitantes y de los que realizan e informan la exploración).

Se agrupan los listados de exploraciones dentro de contenedores visuales para cada episodio según su tipología. Los episodios de respuesta y seguimiento se sitúan bajo el episodio de diagnóstico con el que están relacionados en orden cronológico y con una ligera tabulación hacia la izquierda.

Se incluye la información del paciente al que pertenece el historial que se ha cargado, pues siempre se puede requerir ciertos datos para tomar decisiones, a la vez que mantenemos la información de donde está el usuario sin que tenga que volver a la pantalla anterior de pacientes. Al respecto de esto último en la zona superior de la pantalla hay dos pestañas para cambiar rápidamente de pantalla (entre listado de pacientes y gestión de sus episodios).

Cada tipo de exploración está identificada con un icono cuadrado de un color determinado para proporcionar una lectura rápida al usuario acerca de la cantidad y tipología de exploraciones asignadas a un episodio. P. ej. las mamografías se identifican con un cuadrado verduoso.



FIGURA 54. PROTOTIPO WEB (II): FUNCIONES O ACCIONES PERMITIDAS

En cuanto a las acciones que el usuario puede realizar para organizar y gestionar la información del historial clínico de un paciente, se han incluido las siguientes mejoras:

- Las acciones referidas a los episodios se ubican cerca de su identificación (el título y la fecha del episodio) y son:
  - El botón “Agregar Episodios/Exploraciones” despliega tres opciones agrega contenido al episodio diagnóstico ( otros episodios relacionados o exploraciones realizadas).
  - El botón “Cerrar Episodio” permite calcular el estadio del episodio (TNM) mediante la realización de operaciones con los valores parciales (BI-RADS) guardados para cada exploración informada.
- Las acciones a realizar por cada exploración se han simplificado y perfeccionado respecto del prototipo anterior:
  - Botón “Capturar”, permite vincular y visualizar las imágenes médicas obtenidas en la exploración. Una vez se ha realizado esta acción el botón se sustituye por la fecha en la que se realizó esta acción.

ICONO ACTIVO	ACCIÓN/FUNCIONALIDAD
	Editar (introducir datos) en el informe
	Visualizar el informe validado y guardado
	Borrar exploración

TABLA 12. PROTOTIPO WEB (II): ICONOS DE ACCIONES

Las acciones de la Tabla 12 son excluyentes entre sí, p. ej. cuando las imágenes han sido vinculadas a una exploración que se ha informado no se pueden borrar del sistema por lo que desaparece el botón de borrado y aparece el icono de edición del informe (o el de descarga del informe si ha sido validado). Esto es así por motivos de trazabilidad: se han de guardar las diferentes versiones de los informes y quién ha realizado las modificaciones.

Tras haberse editado, validado y guardado el informe desaparece el botón de edición y aparece el de visualización del informe.



	Fecha Solicitud	Solicitante	Fecha Exploración	Asignado a	Captura	BI-RADS	Firmado Por	Fecha informe
Exploración Clínica	06/07/0112	TRECADIS Ap1 Ap2	06/07/2012		06/07/2012			
Mamografía	06/07/0112	TRECADIS Ap1 Ap2	06/07/2012		06/07/2012	5	TRECADIS Ap1 Ap2	13/07/2012

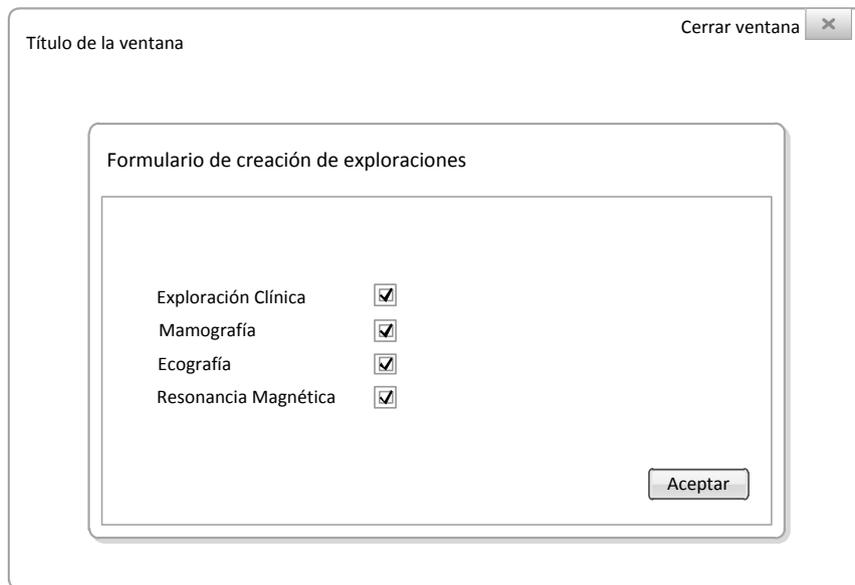
FIGURA 55. PROTOTIPO WEB (II) DETALLE DE VISUALIZACIÓN CATEGORÍA BI-RADS ASOCIADO A UN INFORME

En la Figura 55 vemos la información del cálculo del BI-RADS correspondiente a la exploración.

*Ventana de creación de exploraciones:*

**Funciones a implementar:**

Crear informe de exploración (F2-3)



Título de la ventana Cerrar ventana

Formulario de creación de exploraciones

Exploración Clínica

Mamografía

Ecografía

Resonancia Magnética

Aceptar

FIGURA 56. PROTOTIPO VENTANA DE CREACIÓN DE EXPLORACIONES

En la Figura 56 se muestran los componentes necesarios para la creación de una o varias exploraciones en un episodio, decidiendo el tipo de ontología seleccionada que cargará un tipo de informe u otro.

### Diseño de componentes de interfaz:

- **Título de la ventana o funcionalidad**, que ubica al usuario.
- **Botón para cerrar ventana**\_o funcionalidad y volver al estado anterior
- **Formulario de creación de exploraciones** compuesto por:
  - **Casilla de opción** para cada tipo de exploraciones que se quiera crear (exploración clínica, mamografía, resonancia magnética, ecografía, etc.). Este componente implica que el usuario puede seleccionar una o varias de estas opciones, que se añadirán en el episodio correspondiente.
  - **Botón de aceptar** que envía el número y tipo de exploraciones a añadir en el listado de exploraciones de un episodio dado.

Las siguientes figuras, Figura 57 y Figura 58 muestran la evolución de las soluciones de diseño para la ventana de creación de exploraciones. En el primer caso, por ejemplo, los componentes se cargan en una ventana pop-up, en el segundo se decide eliminar del interfaz este tipo de ventanas dada su poca aceptación en las configuración de la mayoría de los navegadores.



FIGURA 57. PROTOTIPO WEB (I) VENTANA PARA CREACIÓN DE EXPLORACIONES EN EPISODIO DIAGNÓSTICO

En la Figura 58 se observa como el contenido de la ventana se carga en una capa superpuesta sobre la pantalla de gestión de episodios.

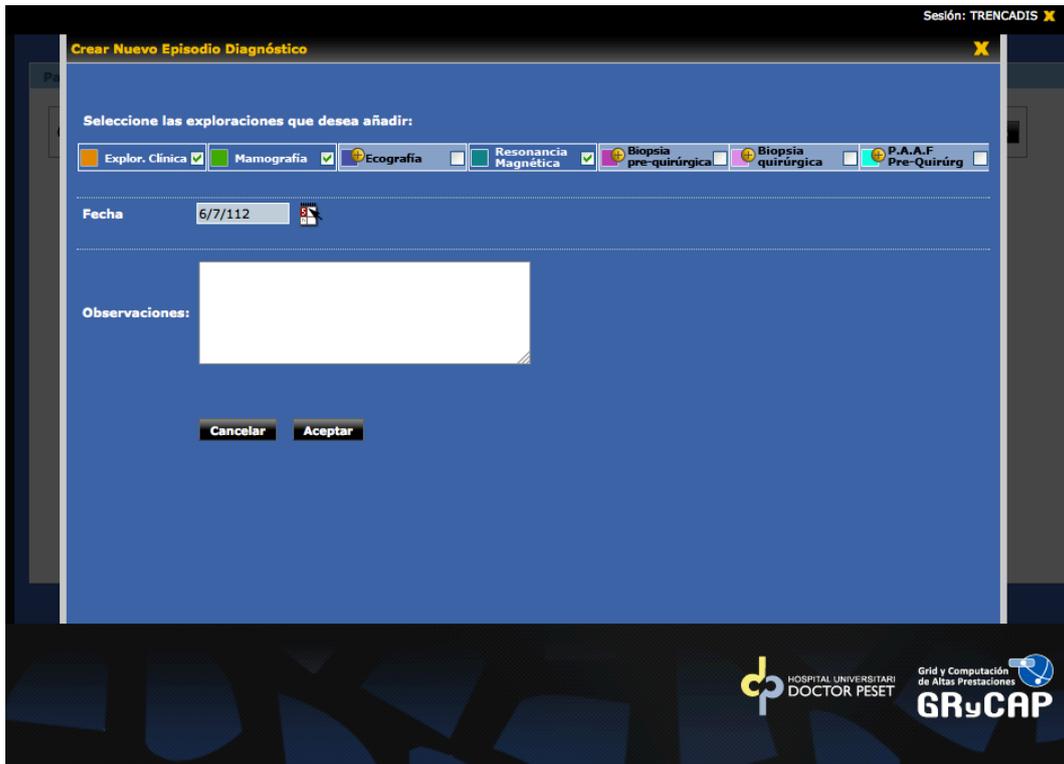


FIGURA 58. PROTOTIPO WEB (II): VENTANA PARA CREACIÓN DE EXPLORACIONES EN EPISODIO DIAGNÓSTICO

Otra diferencia entre ambas soluciones es el formato de los botones de opción para cada tipo de exploración, que incluye su código de color correspondiente y diferencias para dar información de estado (seleccionado o deseleccionado):



FIGURA 59. PROTOTIPO WEB (II) ESTADOS DEL BOTÓN DE ECOGRAFÍA

Por último se han incluido dos campos de información complementaria para la creación de exploraciones que no estaban en los requisitos iniciales:

- Un campo de fecha muestra por defecto la fecha actual que disminuye la carga de trabajo del usuario. El valor de este campo se guarda como fecha de la creación del sistema de la exploración o exploraciones. Para introducir valores de fecha se ha incorporado un componente de calendario que al pulsar el botón carga un calendario con fechas seleccionables, evitando el posible error de introducir el formato de la fecha incorrectamente.



FIGURA 60. PROTOTIPO WEB (II) COMPONENTE CALENDARIO

- Un campo de texto libre donde se permite al médico escribir sus observaciones.

### 3.3.5 PANTALLAS DE INFORMES ESTRUCTURADOS

Una vez el usuario ha creado la exploración de la cual quiere realizar un informe, la selecciona y accede a las pantallas diseñadas para la introducción de datos observados en los estudios radiológicos.

Para el informe de cada tipo de exploración se utiliza una ontología específica definida por los expertos médicos, incluyendo los términos, las relaciones y la terminología a utilizar. Cada ontología está enlazada con una plantilla de la interfaz, que muestra los campos para introducción de datos estructurados. Es sobre esa plantilla donde el radiólogo o el médico van a trabajar, introduciendo en ellas los valores correspondientes a través de la observación de las imágenes médicas

#### **Funciones a implementar:**

- Editado informe de exploración (F3-1)
- Editado datos de una mama (F3-2)
- Crear un hallazgo (F3-3)
- Editado hallazgo (F3-4)
- Validar datos del informe de la exploración (F3-5)
- Agregar cálculo diagnóstico en el informe (F3-6)
- Cancelar datos del informe de exploración (F3-7)

#### **Diseño de componentes de interfaz:**

Aunque tienen diferencias de contenido, a nivel de componentes de interfaz las diversas plantillas son similares en cuanto a su tipología, siguiendo un esquema parecido al de la Figura 61:

Título de aplicación Identificador de la sesión

Validar Cancelar Buscar

**ZONA DE NAVEGACIÓN**

Identificador de plantilla

- MAMA DERECHA
  - Agrupación 1
  - Agrupación 2
- MAMA IZQUIERDA
  - Agrupación 1
  - Agrupación 2
    - Campo 1
    - Campo 2
    - Campo 3
    - Campo actual**

**ZONA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS**

Identificador de la plantilla + identificador de campo actual

Campo de fecha:

Campo numérico:  *Indicación de unidades*

Campo opcional (booleano):  Sí  No

Campos de verificación (multiple):  
Opción 1   
Opción 2   
Opción 3

Lista de valores seleccionables: 

Seleccione un valor
Valor 1
Valor 2
Valor 3

FIGURA 61. PROTOTIPO PANTALLA INTRODUCCIÓN DE DATOS EN INFORMES ESTRUCTURADOS

Agrupamos los componentes en dos categorías bien diferenciadas funcionalmente, como son la zona de navegación y la zona de introducción de datos.

### 3.3.5.1 ZONA DE NAVEGACIÓN

Ya desde la fase de requisitos, se establece que la navegación siga la estructura de información jerarquizada obtenida del estándar del DICOM-SR. Por esta razón se propone que el menú principal de navegación en esta pantalla tenga estructura de árbol. Al hacer clic sobre los nodos que agrupan otros nodos, el árbol se pliega o se despliega a partir de los nodos y sus descendientes.

Cuando el usuario selecciona un nodo en el árbol de navegación, en la zona de introducción de datos (zona derecha de la pantalla) se cargan sus campos asociados.

La estructura de la información se ha de poder modificar mediante la creación o eliminación de nodos, cuando el campo sea de tipo múltiple. Por ejemplo se puede crear más de un hallazgo del mismo tipo (nódulo, asimetría, calcificaciones, etc.) en la mama derecha.

## DEFINICIÓN DEL ASPECTO DE LOS ITEMS EN EL ÁRBOL

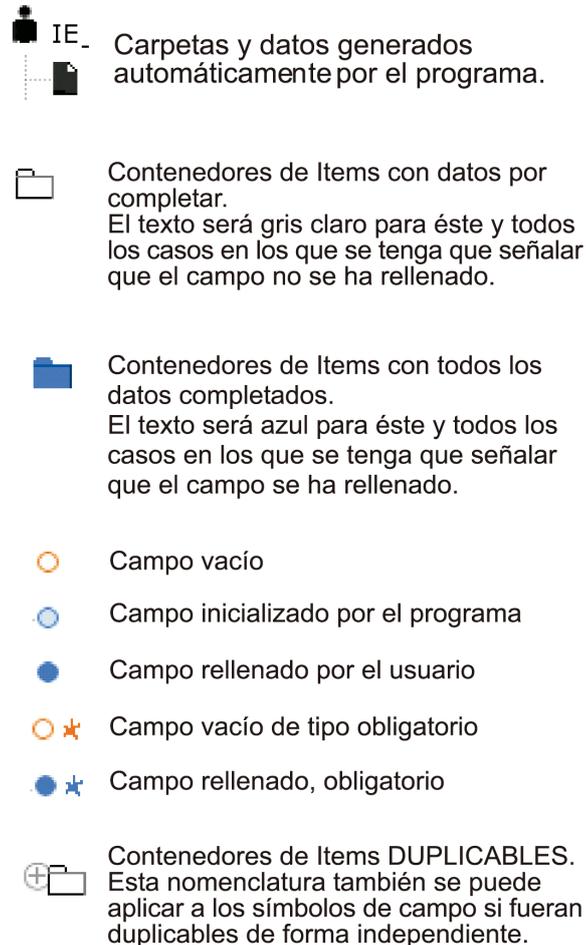


FIGURA 62. PROTOTIPO ELEMENTOS DE NAVEGACIÓN

En la figura anterior se propone una solución de estructura de navegación compleja, donde se incluyen tanto los nodos correspondientes a agrupaciones, representados visualmente por medio de carpetas. Como nodos sin hijos, como son los campos individuales representados por círculos.

Lo interesante de esta solución es el grado de información de estado que proporciona al usuario sin que tenga que entrar en la zona de introducción de datos para realizar comprobaciones. Por ejemplo, se distinguen las agrupaciones de nodos cuyos campos han sido introducidos en su totalidad (en color azul) o los campos inicializados por el sistema, con valores por defecto, de un azul más claro.

Se distinguen a simple vista los campos de tipo obligatorio, señalados con un asterisco, y en rojo los que no han sido completados, esto resulta útil en el caso de tener muchos campos obligatorios que rellenar antes de la validación del informe.

Se incluye un icono de carpeta con un símbolo "+" para los campos duplicables o que admitan multiplicidad.

Finalmente se eliminaron ciertos niveles en el menú de navegación, quedando tan sólo los nodos de agrupaciones de otros nodos como se puede apreciar en la

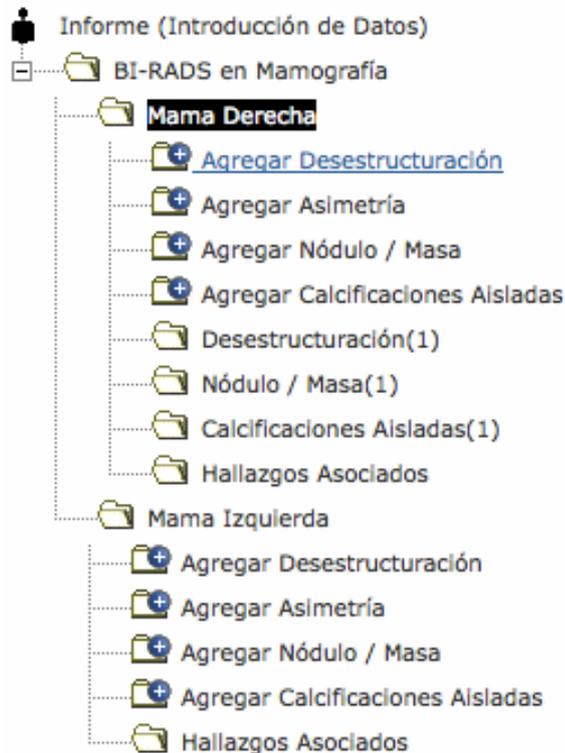


Figura 63:

Figura 63. Prototipo Web (II) Árbol de navegación, estructura y resaltado de opciones

Este ejemplo pertenece a la plantilla de mamografía donde la estructura es la misma inicialmente para cada agrupación de nodos de primer nivel (cada una de las mamas).

Como se ve en el grupo de la mama derecha, el usuario puede aumentar la estructura haciendo clic sobre el **nodo de tipo múltiple o duplicable** y añadir una agrupación de campos con la estructura de información pre-definida en la plantilla para ese nodo en concreto.

Los elementos del árbol de navegación modifican su apariencia visual ofreciendo información de ubicación al usuario cuando están activos y al pasar el ratón por encima de ellos.

En el caso de querer eliminar un nodo duplicable ( los nodos inicializados por la plantilla no se pueden eliminar, ni sus campos asociados), se decide incorporar un **botón “eliminar nodo”** por cada nodo duplicable como se ve en la Figura 64.



FIGURA 64. PROTOTIPO WEB (II) COMPONENTE ELIMINAR NODO

Este componente estuvo inicialmente ubicado en la zona de navegación, pero complicaba mucho la estructura y su comprensión, así que en el prototipo web (II) se decidió colocarlo en la zona de introducción de datos: cuando el usuario selecciona el nodo genérico de cada mama, en la zona derecha de la pantalla se visualiza un modelo exacto de los nodos y acciones que se pueden realizar de esa mama en concreto.

### 3.3.5.2 ZONA DE CONTENIDO/INTRODUCCIÓN DE DATOS

A partir de la selección de un nodo en el menú de navegación se carga en esta zona los campos asociados al mismo para que el usuario pueda introducir información concreta en ellos.

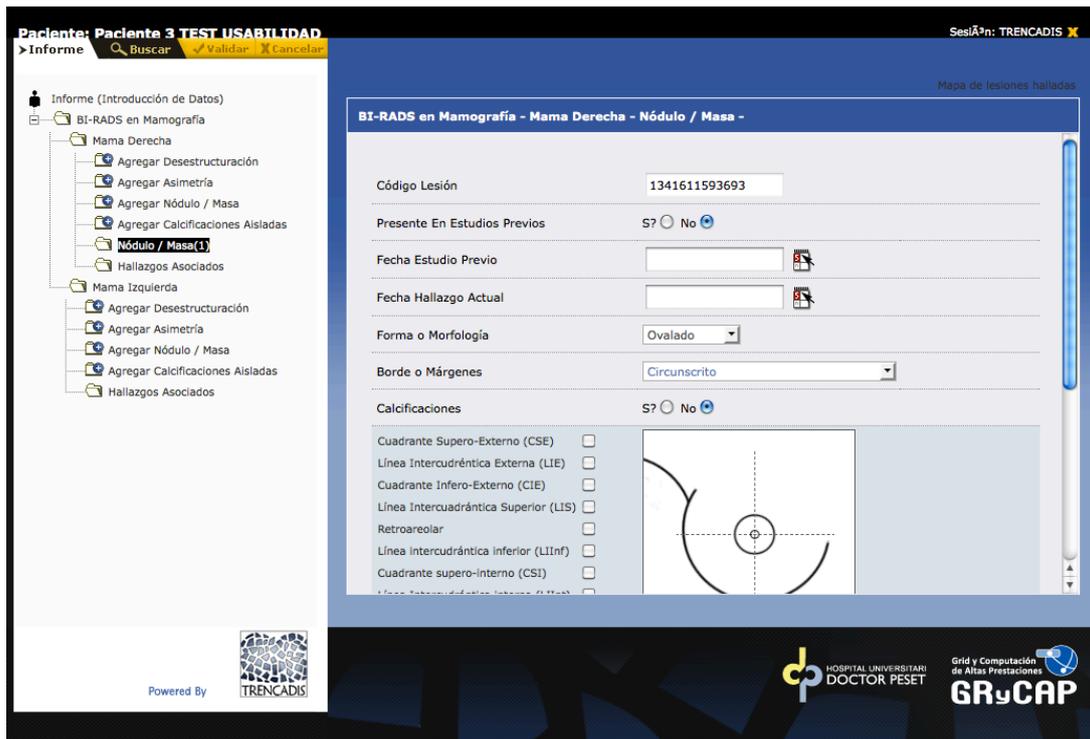


FIGURA 65. PROTOTIPO WEB (II). PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE DATOS EN MAMOGRAFÍA

A continuación se describen los componentes de esta zona:

**Componentes de identificación** ubicados en la zona superior de la pantalla. Describen el contenido de la misma o de alguna de sus zonas, como:

- Del médico**, indicada mediante el nombre del usuario que tiene abierta la sesión en el sistema.
- Del paciente**, incorporada en el prototipo web (II).
- De la ontología y el orden de anidamiento a la que pertenece la información actual (usted está aquí)**. Situado al inicio de la zona de contenido. Formado por el título de la sección (tipo de exploración: mamografía, ecografía, resonancia magnética,...) y el nodo que se ha seleccionado en el árbol de navegación para llegar a esa información. Se ha de destacar del resto por su formato (color y tamaño).
- Del producto**, mediante los logotipos y la imagen de marca incluida de fondo del pie de página.

### 3.3.5.3 DISEÑO DE COMPONENTES PARA INTRODUCCIÓN DE DATOS

Los tipos de los campos son los incluidos en el estándar DICOM-SR (Contenedor, Texto, Código, Numérico, Coordenadas, Fecha). Además DICOM-SR permite a los desarrolladores definir características adicionales de los campos, como la multiplicidad (el campo puede tener varios valores), obligatoriedad (el campo es obligatorio) y campos condicionales (la disponibilidad del campo depende del valor de otro campo).

A continuación se describen los componentes integrados en TRENCADIS que han sido diseñados para la interfaz para cumplir con los requisitos de usabilidad marcados en la etapa anterior del proyecto:

- **Listas de valores** seleccionables por el usuario, cuyos valores son términos estándares de SNOMED-CT o RADLEX, su uso evita errores derivados de la introducción de texto libre así como la carga cognitiva del usuario que no ha de pensar qué valor introducir; sólo elegirlo.

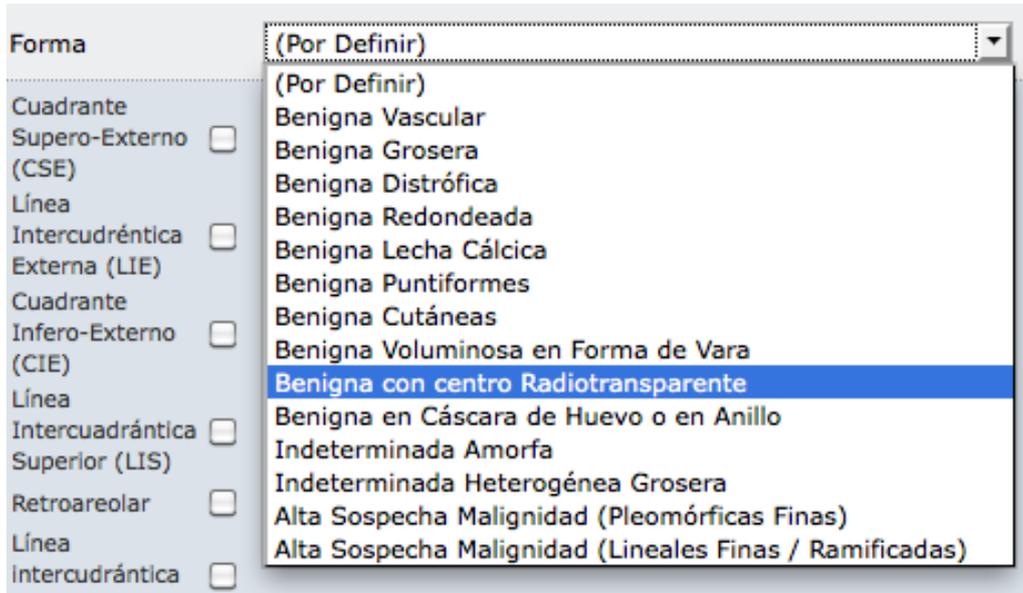


FIGURA 66. LISTAS DE VALORES

Tal y como se ve en la Figura 66, las listas de valores inicializan con algunos valores por defecto, estos valores han sido elegidos por los expertos radiólogos en base a la incidencia estadística. Los campos por defecto se muestran en un color distinto al resto de campos, en azul.



FIGURA 67. LISTAS DE VALORES: DISTINCIÓN VISUAL DE VALORES INICIALIZADOS POR EL SISTEMA (AZULES)

- **Campos de fecha:**  
Como ya se describió anteriormente el usuario selecciona una fecha de un calendario, así evitamos un error derivado de que introduzca la fecha en formato incorrecto. Al inicializarse la plantilla con la fecha actual por defecto también se disminuye la carga de trabajo pues la mayor parte de las veces será un valor adecuado y no habrá que cambiarlo por otra fecha.



FIGURA 68. COMPONENTE CALENDARIO PARA CAMPOS DE FECHAS

- **Campos de texto** de introducción libre de texto.
- **Campos numéricos** de introducción libre de valores numéricos. Como ayuda al usuario se incluye al lado del campo un término con las unidades

Distancia al Pezón	<input type="text"/>	milímetros
Tamaño (Craneo-Caudal)	<input type="text" value="12"/>	milímetros
Tamaño (Latero-Lateral)	<input type="text" value="5"/>	milímetros
Tamaño (Antero-Posterior)	<input type="text"/>	milímetros

FIGURA 69. CAMPOS DE INTRODUCCIÓN DE DATOS NUMÉRICOS

Relacionar con atajos de usuarios expertos por ejemplo el pasar de un campo a otro mediante el tabulador para ir más rápido.

Adenopatías Axilares	Sí <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Adenopatías Intramamarias	Sí <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Cuerpo Extraño	Sí <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>
Engrosamiento de Piel	Sí <input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/>

FIGURA 70. CAMPOS DE OPCIÓN

- **Coordenadas en imagen: componente de localización:**

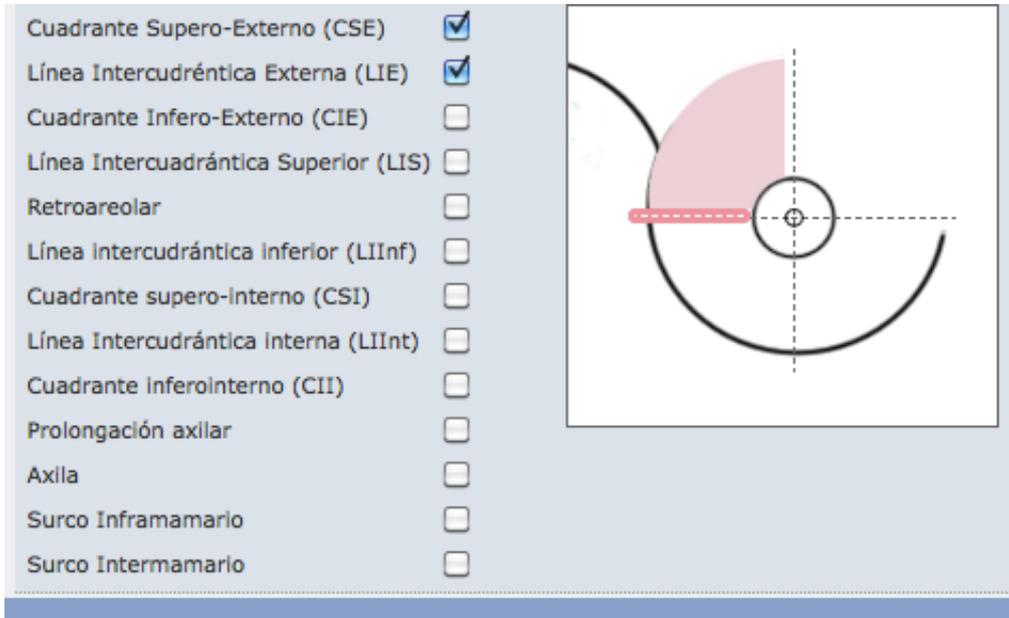


FIGURA 71. COMPONENTE DE LOCALIZACIÓN DE HALLAZGOS EN LA MAMA DERECHA

Los campos de valores con casilla de verificación de este componente utilizan la terminología RADLEX descrita en la sección 2.1.3.

Una representación visual en un diagrama muestra mediante sombreado la ubicación de cada zona seleccionada en la mama. En los requisitos se ha especificado que se ha de mostrar información acerca de su lateralidad (mama izquierda o mama derecha) por ello se incluye en el dibujo el inicio del brazo que, p. ej. en caso de tratarse de la mama derecha está posicionado a la izquierda tomando como referencia la pantalla.

#### 3.3.5.4 VALIDACIÓN DE LOS INFORMES

Una vez introducidos todos los datos referentes al informe de una exploración, el médico realiza una validación de los datos antes de guardar el informe definitivo. Para ello el sistema realiza dos pasos:

1. **Comprueba que los campos obligatorios han sido editados con un valor.** En caso negativo avisa al médico y detalla los que no han sido rellenados como se ve en la Figura 72. La obligatoriedad de estos campos ha sido definida por el equipo de médicos radiólogos que participa en el presente proyecto.

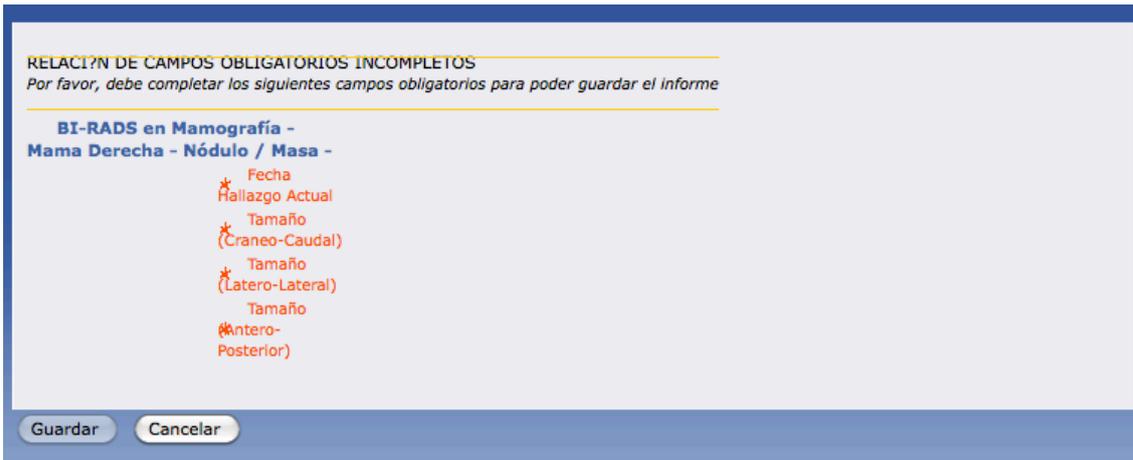


FIGURA 72. AVISO DE CAMPOS OBLIGATORIOS INCOMPLETOS EN LA VALIDACIÓN DEL INFORME

## 2. Cálculo del grado de malignidad de las lesiones:

Tras la comprobación el sistema calcula el BI-RADS de las lesiones que han sido introducidas.

Excepto para la definición de la plantilla de **Exploración Clínica** donde se ha utilizado una terminología propia, para las plantillas de los informes derivados de las exploraciones basadas en técnicas de imagen (**Mamografía, Ecografía y RM**) se ha utilizado la terminología BI-RADS, de forma que todas las lesiones quedan identificadas con una categoría BI-RADS que determina el grado de malignidad de la lesión y las acciones a tomar a posteriori.

Tal y como se observa en la Figura 73 se muestra un valor propuesto por el sistema pero el médico informante tiene la posibilidad de cambiarlo.

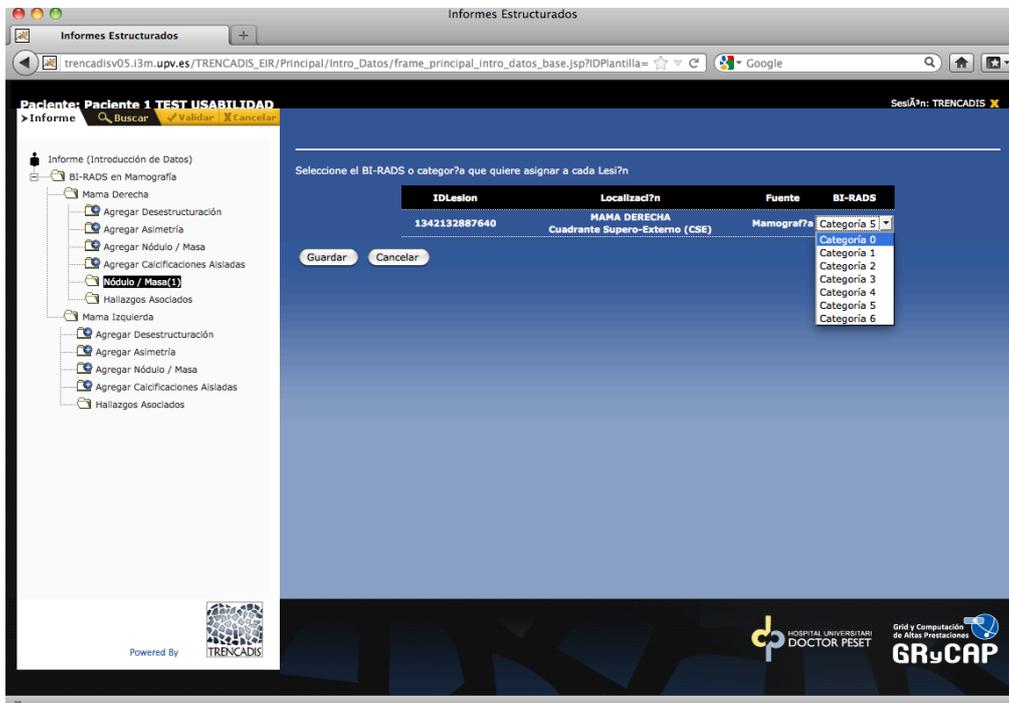


FIGURA 73. CÁLCULO DE MALIGNIDAD DE LAS LESIONES EN UN INFORME DE MAMOGRAFÍA

### 3.3.6 PANTALLAS DE BÚSQUEDA AVANZADA

El prototipo de pantalla de búsqueda avanzada, permite al usuario realizar consultas complejas sobre DICOM-SR almacenados a través de los campos definidos en las ontologías.

#### 3.3.6.1 PANTALLA DE INTRODUCCIÓN DE CRITERIOS DE BÚSQUEDA

**Título de la pantalla** con el siguiente formato: "Búsqueda de <entidad>" para informar al usuario de donde se encuentra y que entidades puede esperar que sean devueltas como parte del resultado. Por ejemplo puede ser "Búsqueda de usuarios".

Como se comprueba en la Figura 74, se especifica que la pantalla de búsqueda avanzada ha de contener un formulario en el que introducir los criterios de búsqueda. El usuario puede añadir criterios de búsqueda mediante operadores lógicos incrementalmente mediante la opción "Y" o por el contrario restar una opción de los resultados con la opción "O".

Título de la ventana Identificador de la sesión

Formulario de búsqueda avanzada

Campo 01   
 Y  O

Campo 02   
 Y  O

Campo 03

FIGURA 74. PROTOTIPO PANTALLA INTRODUCCIÓN DE CRITERIOS DE BÚSQUEDA

Estas búsquedas se realizan a partir uno o varios criterios que se corresponden con los campos definidos por la ontología activa. P. ej. para buscar informes de mamografías en los que se incluya un nódulo/masa de más de 5mm. de diámetro se ha de seleccionar la ontología correspondiente a mamografía.

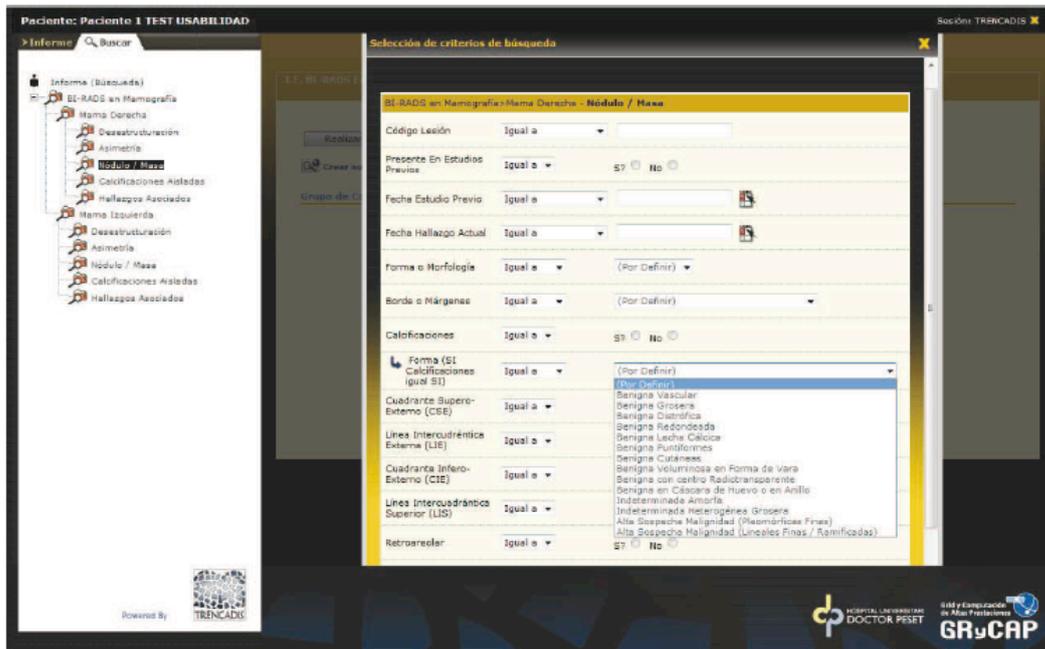


FIGURA 75. PROTOTIPO WEB: PANTALLA DE BÚSQUEDA

## 4 EVALUACIÓN DEL DISEÑO

La realización de una evaluación de usabilidad ayuda a detectar fallos para mejorar la interfaz de un producto software (o su prototipo) a partir de valoraciones cualitativas del mismo o de sus componentes. Si queremos determinar el grado de usabilidad que tiene dicho producto hemos de obtener datos cuantitativos a partir de la medición objetiva de ciertas métricas como la efectividad, eficiencia y satisfacción que como ya vimos en la definición de usabilidad de ISO 9241-11:1998 [19] son atributos de la usabilidad de un producto software. La medición de dichos atributos nos dará un valor o valores del grado de usabilidad que tiene el producto.

La Figura 76 representa los conceptos necesarios para evaluar la usabilidad de un producto software a través de las relaciones entre los elementos de una interfaz y la interacción del usuario en la realización de tareas.

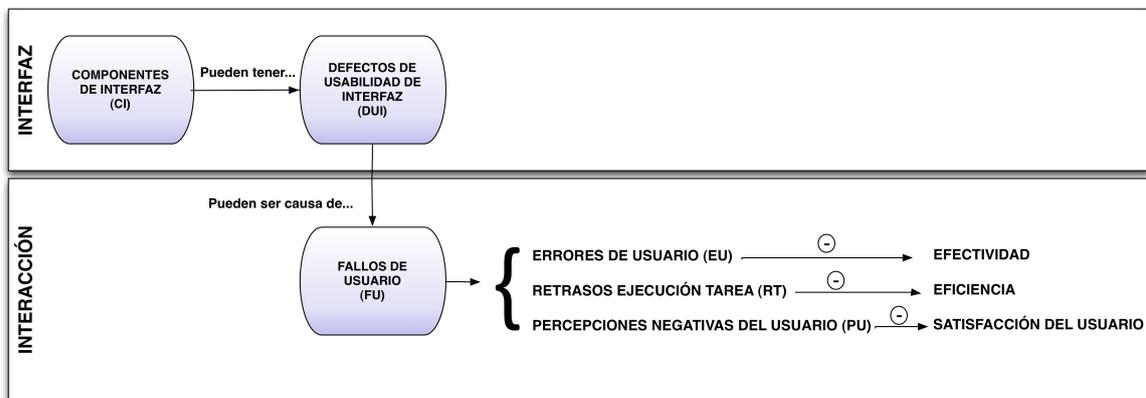


FIGURA 76. MARCO CONCEPTUAL DE LA INTERACCIÓN PERSONA-SISTEMA

Como ya se ha explicado en la sección 2.2.4, la interfaz de un sistema o de una aplicación informática es el conjunto de elementos (a partir de ahora **componentes de interfaz, CI**) que los usuarios utilizan para llevar a cabo tareas en dicho sistema.

Los CI dependiendo del grado de usabilidad de la interfaz pueden manifestar uno o varios **defectos de usabilidad de interfaz (DUI)**, definidos como cualidades que hacen a dichos componentes menos usables.

Los defectos de usabilidad que tengan los CI pueden ser causa de **fallos de usuario (FU)** en la interacción; es decir, acciones que realiza el usuario que se desvían de lo que podríamos considerar una ejecución "perfecta" de la tarea, esto es, eficiente y efectiva tal y como hemos visto antes.

Finalmente, aplicando los conceptos que se han definido en la ISO 9241-II:1998 un fallo de usuario puede desembocar en **errores de usuario (EU)** que incidirían contra la efectividad de la interacción, **retrasos en la ejecución de la tarea (RT)** generando una disminución en la eficiencia en dicha ejecución y/o, por último, **percepciones negativas del usuario (PU)** en cuanto a la usabilidad del sistema, influyendo estas últimas en detrimento de su satisfacción con el producto.

Teniendo en cuenta que para toda tarea podemos establecer un resultado de referencia (resultado exitoso esperado), definimos **errores de usuario (UE)** como la diferencia entre el resultado obtenido por el usuario y el resultado de referencia. La distinción entre fallos de usuario y errores de usuario es que los primeros se refieren al proceso y los segundos, al resultado.

A su vez, para toda tarea podemos establecer un tiempo de referencia (estimación del tiempo razonable para su ejecución), un **retraso (UD)** es la diferencia entre el tiempo empleado por el usuario en realizar una acción determinada y el tiempo de referencia.

## 4.1 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta prueba es detectar los errores cometidos por los usuarios en la misma, los retrasos o los problemas con los que se han encontrado al utilizar el producto durante la prueba.

La detección de los defectos de usabilidad (DUI) permite establecer recomendaciones de re-diseño destinadas a mejorar el producto.

Otro objetivo es determinar la eficacia de la aplicación midiendo la efectividad y la eficiencia de los usuarios durante el desempeño de tareas así como su grado de satisfacción con respecto a la usabilidad de la aplicación.

## 4.2 DISEÑO DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

Para alcanzar los objetivos enumerados definimos unas variables y diseñamos una prueba de usabilidad que permite medirlas.

### 4.2.1 VARIABLES A MEDIR

El siguiente esquema representa la categorías de las variables que vamos a medir, este esquema está basado en el Method Evaluation Model [48].

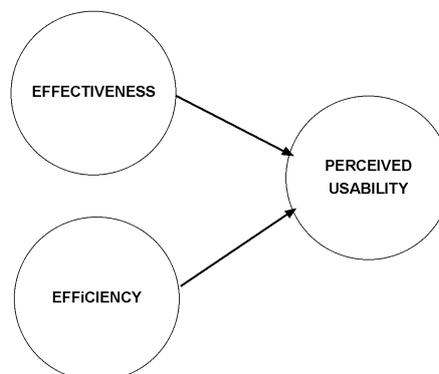
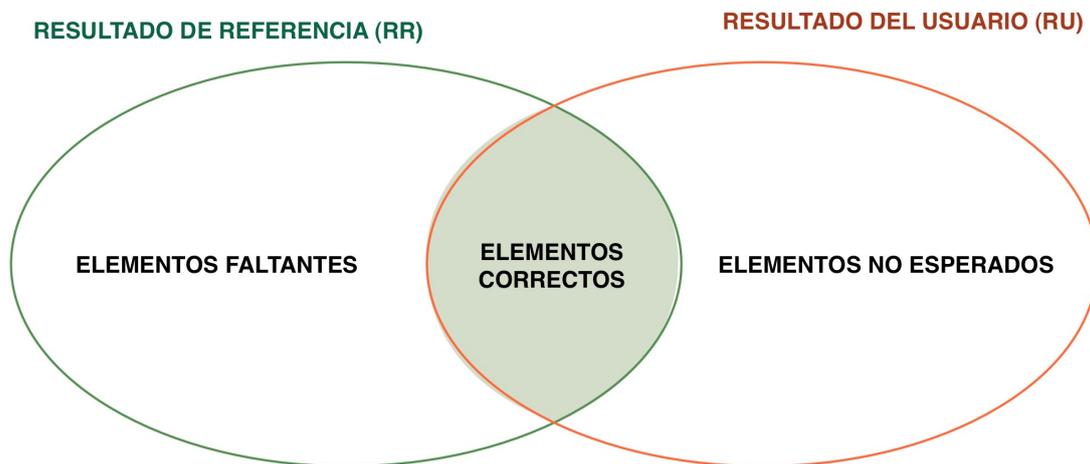


FIGURA 77. RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES

La **efectividad** se refiere al grado de éxito de un usuario en la tarea; por ejemplo, la calidad de los resultados obtenidos al completar un informe de diagnóstico usando la aplicación. Puede ser determinada midiendo las siguientes variables:

- **Grado de éxito:** grado en el cual el usuario ha obtenido resultados semejantes al resultado de referencia. Los errores de usuario afectan negativamente al grado de éxito. Diferenciamos dos aspectos del grado de éxito adaptando el marco de calidad de Lindland et al. [49].
- **Compleitud.** El resultado de un usuario lo consideramos completo al contener todos los elementos del resultado de referencia.
- **Validez.** El resultado de un usuario se considera válido cuando no contiene ningún elemento erróneo o no contenido en el resultado de referencia.

Tal y como se muestra en la Figura 78 los elementos que influyen positivamente en la completitud y en la validez de los resultados de usuario son los elementos correctos; los que influyen negativamente en la completitud son los elementos faltantes, mientras que los correspondientes a la validez son los elementos no esperados.



$$Compleitud = \frac{|RR \cap UR|}{|RR|}$$

$$Validez = \frac{|RR \cap UR|}{|UR|}$$

FIGURA 78. GRADO DE ÉXITO DE UN RESULTADO EXPRESADO EN TÉRMINOS DE COMPLETITUD Y VALIDEZ

La **eficiencia** hace referencia a la optimización de recursos; por ejemplo, el tiempo empleado por un radiólogo en introducir correctamente los datos de un diagnóstico en la aplicación. Puede ser determinada midiendo las siguientes variables:

- **Grado de éxito/tiempo.**

La **percepción de la usabilidad** de los usuarios

- **Grado de satisfacción** del usuario acerca de la usabilidad de la aplicación.
- **Percepción del grado de éxito** obtenido en la ejecución de las tareas.

## 4.2.2 OTROS RESULTADOS

### Defectos de usabilidad de la interfaz (DUI)

Además de las variables anteriores vamos a obtener una relación de (DUI) que responde al objetivo principal de la prueba: proporcionar una visión más precisa sobre los problemas de usabilidad que hay que solucionar en las siguientes etapas del desarrollo.

## 4.3 PLANIFICACIÓN DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

Con el objetivo medir las variables definidas anteriormente se aplican tanto métodos de indagación (como veremos más adelante en las actividades A1, A3, y A4) como métodos empíricos o de medición del desempeño (en A2).

Los primeros han sido elegidos debido a la obtención de resultados cuantificables a partir de datos extraídos de cuestionarios y debates de opinión del usuario participante en las pruebas.

Los segundos nos sirven para medir la efectividad y la eficiencia de los participantes al utilizar la aplicación. Por ejemplo, se pueden contabilizar el número de errores de usuario para obtener el grado de éxito en la ejecución de la tarea.

Una vez presentes los participantes en la prueba se les pidió rellenar un cuestionario para extraer rápidamente valoraciones cuantitativas y cualitativas del prototipo.

Particularmente utilizar un “Focus Group” nos interesa porque se obtiene gran cantidad de información por parte de los participantes sobre todo la no prevista que mediante otra técnica más planificada no obtendríamos. No evalúa simplemente el prototipo sino que arroja datos acerca de lo que desean los usuarios del producto

La Figura 79 muestra el orden de actividades del diseño y ejecución de la prueba de usabilidad.

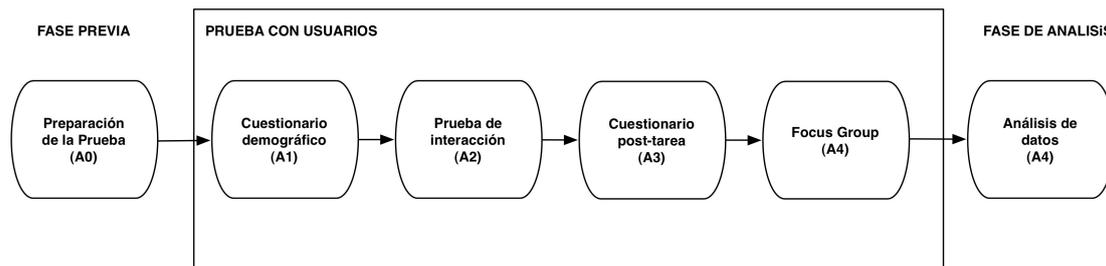


FIGURA 79. FASES Y ACTIVIDADES DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

#### 4.3.1.1 FASE PREVIA

El equipo evaluador fija una fecha para las actividades de evaluación de usabilidad con usuarios, selecciona a los participantes, y prepara los laboratorios, los recursos y materiales.

Algunas semanas antes se realiza una prueba piloto con usuarios informáticos para validar el diseño de la prueba de usabilidad y comprobar el buen funcionamiento de los equipos que van a utilizarse.

##### 4.3.1.1.1 Selección de usuarios

En la medida de lo posible, los participantes han de tener perfiles similares al del usuario final de la aplicación y conocer el contexto profesional de la misma; por ello se propuso participar a 11 médicos radiólogos del Hospital Universitario Dr. Peset.

Los usuarios se pueden clasificar en función de dos niveles según su conocimiento del área profesional y de la tecnología. Se invitó a participar en la prueba a 11 expertos en el área profesional. De ellos 10 nunca había utilizado una herramienta similar y por lo tanto no eran expertos en la tecnología. Uno de ellos ha colaborado con el equipo de diseño y desarrollo del prototipo y por ello se le presupone también experto en la tecnología.

##### 4.3.1.1.2 Preparación de los laboratorios

Para la realización de la prueba de evaluación con usuarios se utilizan dos espacios; en el laboratorio de ordenadores se realizan las actividades que necesitan acceso directo a la aplicación, para ello se configura un equipo informático para cada participante. Todo lo que realicen los usuarios en los equipos será grabado mediante Morae<sup>13</sup>, un programa instalado a tal efecto que además permite al evaluador realizar revisiones y análisis posteriores acerca de la interacción usuario-interfaz.

En la sala de reuniones se llevan a cabo actividades de debate en grupo como explicaremos más adelante, así que simplemente se dispone de un círculo de sillas y de una pizarra para tomar notas.

##### 4.3.1.1.3 Elaboración de los materiales

Con antelación al día de la prueba, el equipo evaluador en colaboración con médicos radiólogos del hospital Dr. Peset ha preparado los documentos de apoyo necesarios para la realización de las actividades de la evaluación con usuarios.

#### 4.3.1.2 ACTIVIDADES DE LA FASE DE EVALUACIÓN CON USUARIOS

En primer lugar se recibe a los usuarios en el laboratorio de ordenadores, se realiza un breve presentación y se les entrega la agenda con la descripción de las actividades que van a realizar en la prueba, y estimación de la duración de cada una de ellas.

---

<sup>13</sup> Morae3.2. Techsmith-Corporation. <http://www.techsmith.com/morae.html>. Accedido en abril 2012

Dado el carácter anónimo de la prueba se entrega la identificación y la contraseña que el usuario debe utilizar para acceder a la aplicación.

#### *4.3.1.2.1 A1. Cuestionario demográfico*

En primer lugar cada participante rellena algunas cuestiones para el estudio demográfico como edad, sexo, nivel de experiencia en el dominio profesional o en la tecnología.

#### *4.3.1.2.2 A2. Prueba de interacción usuario-producto*

Esta prueba consiste en completar sobre la aplicación los casos prácticos de uso elaborados en colaboración con los médicos radiólogos del hospital Universitario Dr. Peset.

Un caso práctico es un escenario basado en la práctica real que sugiere varias tareas a realizar sobre un producto software. En nuestro producto las tareas pueden ser de tres tipos<sup>14</sup>:

- Tareas de introducción de datos característicos o de diagnóstico hallados en las imágenes médicas estructurados según una plantilla creada específicamente para cada patología y tipo de prueba realizada. Se ejecutan en las pantallas de introducción de datos en exploraciones.
- Tareas de clasificación y gestión de cada una de las plantillas anteriores según los procesos clínicos utilizados en la práctica médica. Estas tareas se realizan en la pantalla de gestión de episodios.
- Tareas relacionadas con la investigación, mediante la búsqueda y comparación de datos hallados en las imágenes médicas e introducidos en las plantillas. Estas tareas se realizan en la pantalla de realización de búsquedas.

En total se han confeccionado para la prueba tres casos prácticos, uno como entrenamiento y dos para actividades de interacción con la aplicación.

La prueba de medición del desempeño se divide en tres partes:

1. Un evaluador realiza mediante el "Caso práctico N°1" una breve demostración del tipo de tareas que realizarán los participantes. A partir de ese momento se establece que no se contestarán preguntas ni dudas de los usuarios para no interferir en su desempeño.

---

<sup>14</sup> Dado que las tareas de introducción de datos representan el valor adicional del producto frente a los métodos tradicionales de informes diagnósticos, en el momento de realizar la evaluación son las más desarrolladas y han sido revisadas en diversas ocasiones por el equipo médico en colaboración. Sabemos que de la calidad y coherencia con que se realice la trasposición de estas tareas al medio informático depende el éxito del producto y es el punto de partida para desarrollar los otros dos grupos de tareas. Por esta razón los casos prácticos contienen aproximadamente un 90% de tareas de este tipo. El resto de tareas, como la gestión de episodios, aunque en menor medida, también han sido contempladas en los casos prácticos para su evaluación.

A continuación cada participante resuelve dos casos prácticos sobre la aplicación a evaluar. Se utilizan los siguientes casos:

2. El “Caso práctico Nº 2” (ver en Apéndices 8.2.2) es una relación de tareas basadas en un informe de diagnóstico entregado en papel que guía al usuario en todos los pasos para realizarlas sobre la aplicación.
3. El “Caso práctico Nº 3” en el que, a partir de un conjunto de exploraciones de imagen médica cada participante ha de realizar las tareas necesarias para diagnosticar e introducir los datos con todas las características que observa en ellas.

Las grabaciones de la interacción de cada uno de los participantes sirven al evaluador para realizar una revisión posterior si es necesario. Los datos introducidos por el usuario quedan registrados como informes de episodio diagnóstico en la base de datos de la aplicación y se utilizan para la medición de las variables relativas a la efectividad y a la eficiencia de la ejecución de las tareas.



FIGURA 80. PARTICIPANTES REALIZANDO LA A2

#### 4.3.1.2.3 A3. Cuestionarios

Finalizada la actividad A2 se les invita a rellenar un cuestionario CSUQ [31] (estudiado en el apartado 2.3.2.5) con objeto de medir la satisfacción del usuario en relación con la usabilidad de la aplicación.

A fin de recoger percepciones de cada participante sobre la usabilidad de la aplicación hemos añadido al cuestionario cuatro preguntas abiertas, en las dos primeras el participante ha de listar tres aspectos negativos y tres aspectos positivos que entren dentro de su consideración. Además, se propone que estimen cual es el porcentaje de la tarea que creen que han completado y los errores que creen que han cometido y por qué.

#### 4.3.1.2.4 A4. Focus group

Tras la actividad A3, los participantes pasan a la sala de reuniones para formar parte de un grupo de debate (focus group) donde se fomenta que los usuarios expresen en voz alta valoraciones sobre el producto y propongan en común soluciones de mejora a los defectos de usabilidad que han encontrado y fallos en la interacción que han cometido individualmente

durante la prueba. Como resultado de esta actividad se obtiene un listado de defectos de usabilidad de la interfaz encontrados por el conjunto de los usuarios.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

A continuación se reflejan los resultados obtenidos en cada una de las actividades.

#### 5.1.1 CUESTIONARIO DEMOGRÁFICO

Descripción	Porcentaje
Número de participantes, n=11	
Género	
Hombre	55%
Mujer	45%
Edad	
Menos de 20 años	0%
20-29 años	64%
30-39 años	27%
más de 40 años	9%

TABLA 13. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DEMOGRÁFICO

La Tabla 13. Resultados del cuestionario demográfico muestra la distribución de los participantes en cuanto a datos demográficos.

Los 11 usuarios contestaron que tenían experiencia en la realización de informes radiológicos o en radiología, justificándola a través de su experiencia profesional en el área en un intervalo entre 2 y 14 años .

En cuanto a la experiencia de uso de aplicaciones informáticas de introducción de datos 3 de ellos contestaron que sí la tenían, 2 de los cuales describieron su experiencia a nivel de usuario. El tercero es el usuario considerado experto en la tecnología debido su participación en el diseño de las plantillas.

#### 5.1.2 TEST DE INTERACCIÓN USUARIO-APLICACIÓN

##### Grado de éxito

El “Caso práctico N° 2” se utiliza como base para obtener el resultado de referencia de medición el desempeño de cada usuario. El “Caso práctico N° 3” aunque tiene más similitudes con la práctica médica real no es evaluado para obtener el grado de éxito debido a la influencia que ejerce sobre los resultados la experticia o conocimiento del área profesional del usuario.

Comparando el resultado que cada participante ha obtenido en la ejecución de cada paso sugerido en el “Caso práctico N° 2” con el resultado de referencia obtenemos datos acerca de las variables a medir:

Se han contabilizado los errores de completitud (elementos faltantes) y de validez (elementos no esperados) que ha cometido cada uno de los usuarios con respecto al resultado de referencia. Esto permite obtener el grado de completitud y de validez del resultado de cada participante reflejado en la Tabla 14. Éxito de los usuarios en alcanzar el resultado de referencia.

Usuario	Grado completitud	Grado de validez	Grado de éxito
User 1	90,32%	93,85%	92,05%
User 2	92,47%	91,01%	91,73%
User 3	87,63%	84,46%	86,02%
User 4	86,56%	91,48%	88,95%
User 5	92,47%	91,49%	91,98%
User 6	98,92%	97,87%	98,40%
User 7	100,00%	100,00%	100,00%
User 8	87,63%	87,63%	87,63%
User 9	95,70%	94,18%	94,93%
User 10	82,26%	90,00%	85,96%
User 11	87,63%	92,09%	89,81%

TABLA 14. ÉXITO DE LOS USUARIOS EN ALCANZAR EL RESULTADO DE REFERENCIA

El grado de completitud y de validez los obtenemos mediante la siguientes fórmulas:

$$\text{Completitud} = \frac{(\# \text{elementos esperados} - \# \text{elementos ausentes})}{\# \text{elementos esperados}}$$

Donde # elementos ausentes = # errores de completitud.

$$\text{Validez} = \frac{(\# \text{elementos esperados} - \# \text{elementos ausentes})}{\# \text{elementos en el resultado de usuario}}$$

Donde #elementos en el resultado de usuario = (#elementos esperados-#errores de completitud+#errores de validez)

Finalmente para obtener un valor único sobre el grado de éxito de cada usuario utilizamos la fórmula del Fmeasure que obtiene una media armónica entre dos valores:

$$F = \frac{(2 \times \text{Grado de completitud} \times \text{Grado de validez})}{(\text{Grado de completitud} + \text{Grado de validez})}$$

El grado de éxito total que ha conseguido el conjunto de participantes en la prueba es: **91,63%**

#### Eficiencia:

Algunos autores [51] distinguen entre eficiencia de usuario referida al tiempo empleado por el usuario para realizar correctamente una tarea (efectividad) y entre eficiencia relativa de usuario, que compara la eficiencia de un usuario con la eficiencia de un experto realizando la tarea en las mismas condiciones.

La **eficiencia del usuario** resulta de dividir la efectividad por el tiempo invertido en realizar la tarea, sus unidades se expresan en % por unidad de tiempo.

$$\text{Eficiencia de usuario} = \frac{\text{Efectividad}}{\text{Tiempo de tarea}}$$

La Tabla 15 muestra la eficiencia de cada usuario en la realización de la tarea (Caso práctico N° 2) en función de la efectividad calculada y del tiempo obtenido en el análisis de las grabaciones de video de la sesión.

	Efectividad (Grado de éxito)	Tiempo de tarea	Eficiencia de Usuario
User 1	92,05%	28,87 min	3,19%/min
User 2	91,73%	28,32 min	3,24%/min
User 3	86,02%	33,37 min	2,58%/min
User 4	88,95%	28,13 min	3,16%/min
User 5	91,98%	33,02 min	2,79%/min
User 6	98,40%	27,97 min	3,52%/min
User 7	100,00%	30,43 min	3,29%/min
User 8	87,63%	25,47 min	3,44%/min
User 9	94,93%	33,53 min	2,83%/min
User 10	85,96%	35,12 min	2,45%/min
User 11	89,81%	34,08 min	2,64%/min

TABLA 15. EFICIENCIA DE USUARIO

Este indicador de la eficiencia del usuario por sí mismo tiene poco sentido a menos que haya un punto de referencia de eficiencia con el que compararlo como:

- Dos o más productos similares, o versiones de un producto, en el mismo contexto (mismo grupo de usuarios para las mismas tareas en los mismos ambientes).
- Dos o más tareas llevadas a cabo por los mismos usuarios sobre el mismo producto en el mismo entorno en sucesivas pruebas con el fin de obtener una curva de aprendizaje.
- Dos o más tipos de usuarios al utilizar el mismo producto para las mismas tareas en el mismo entorno.

Desarrollamos este último supuesto para medir la eficiencia relativa del usuario [53].

#### **Eficiencia relativa del usuario**

Compara el rendimiento de un usuario o de un grupo de usuarios con los resultados obtenidos por un usuario experto que ha realizado la misma tarea en las mismas condiciones. La fórmula que expresa dicha relación es:

$$\text{Eficiencia de usuario relativa} = \frac{\text{Eficiencia de usuario}}{\text{Eficiencia de experto}} \times 100\%$$

Los resultados expresan en qué grado un usuario puede considerarse experto (un usuario que obtenga un 50% es la mitad de eficiente que un experto).

En este caso, el usuario experto es un miembro del equipo evaluador que tiene una amplia experiencia en utilizar el producto y ha realizado el “Caso Práctico N° 2” correctamente en 21,3 minutos de tiempo (0:21:28 min). Por tanto su eficiencia es de: 4,7%/min.

Comparando la eficiencia del experto con los valores de la eficiencia de cada usuario obtenemos:

	Eficiencia de usuario	Eficiencia de usuario relativa
User 1	3,19%/min	67,87%
User 2	3,24%/min	68,94%
User 3	2,58%/min	54,89%
User 4	3,16%/min	67,23%
User 5	2,79%/min	59,36%
User 6	3,52%/min	74,89%
User 7	3,29%/min	70,00%
User 8	3,44%/min	73,19%
User 9	2,83%/min	60,21%
User 10	2,45%/min	52,13%
User 11	2,64%/min	56,17%

TABLA 16. EFICIENCIA DE USUARIO RELATIVA

En estos resultados comprobamos que los valores de eficiencia relativa de los usuarios son altos (todos superan el 50% de la efectividad del usuario experto). Si consideramos que se trata de usuarios no expertos que utilizan por primera vez la aplicación son muy buenos resultados. Lógicamente estos usuarios están al inicio de su curva de aprendizaje y en pocas sesiones estarán al nivel del experto.

N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación
11	52,13%	74,89%	64,08%	7,80950

TABLA 17. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

La Tabla 17 muestra que la eficiencia media del conjunto de los usuarios no expertos es **64,08%**.

A continuación en la Figura 81. Boxplot de la eficiencia de usuario relativa se observa gráficamente la comparación entre la eficiencia relativa del conjunto de los usuarios no expertos frente a la eficiencia del experto.

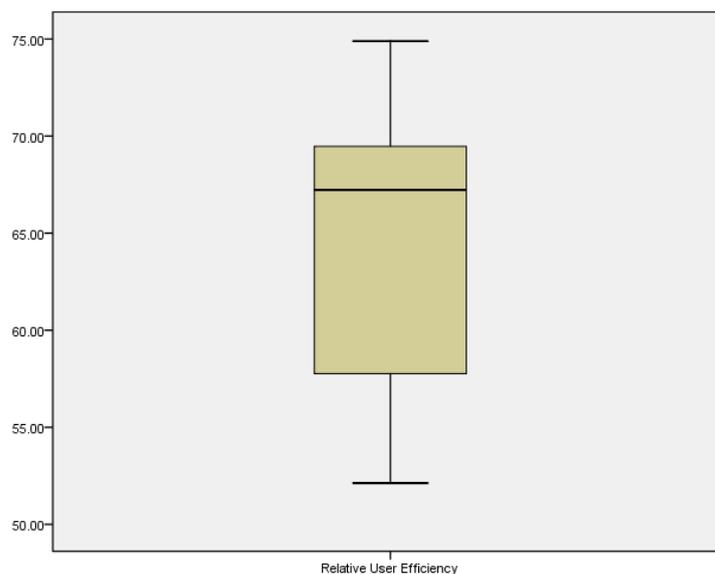


FIGURA 81. BOXPLOT DE LA EFICIENCIA DE USUARIO RELATIVA

### 5.1.3 CUESTIONARIO

Grado de satisfacción del usuario:

Realizamos el promedio de las puntuaciones de cada usuario a las preguntas del cuestionario CSUQ y obtenemos:

Usuario	Media
User 1	4,72
User 2	6,06
User 3	4,78
User 4	5,33
User 5	5,72
User 6	5,39
User 7	6,22
User 8	5,11
User 9	3,28
User 10	5,83
User 11	5,94

TABLA 18. MEDIAS DEL CSUQ POR USUARIO

A continuación, en la Tabla 19 de estadística descriptiva se observa entre otros valores la media del CSUQ que es **5,3073** sobre 7 lo cual para un prototipo es un buen resultado.

N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
11	3,28	6,22	<b>5,3073</b>	0,83081

TABLA 19. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL CSUQ

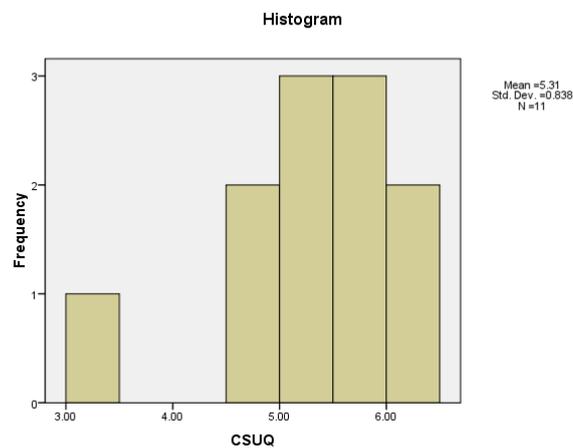


FIGURA 82. HISTOGRAMA DEL CSUQ

Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.
CSUQ	0,878	11	<b>0,098</b>

TABLA 20. TESTS DE NORMALIDAD

El histograma de la Figura 82. Histograma del CSUQ refleja una distribución de los datos semejante a la normal (a excepción de un dato extremo).

Para comprobar la normalidad realizamos el Test Shapiro-Wilk y el resultado demuestra la normalidad de los datos (sig= 0,098>0,05)

Por último en la Figura 83 se puede ver que el resultado del usuario 9 es un dato extremo porque ha valorado la usabilidad de la aplicación de manera negativa en contraposición con el resto de usuarios. Está dentro de lo que cabe esperar encontrar usuarios que expresen grados de satisfacción dispares por ello no lo consideramos dato anómalo.

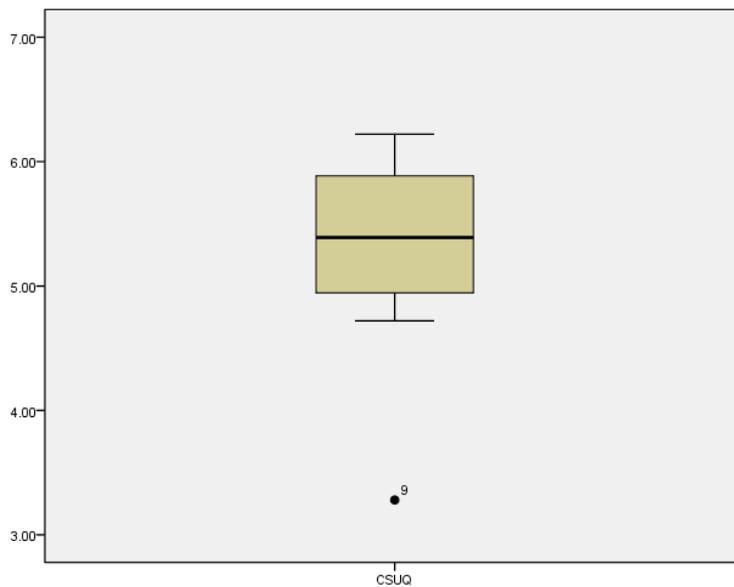


FIGURA 83. BOXPLOT DE LAS VALORACIONES DEL CSUQ

Percepción del grado de éxito:

La Tabla 21 muestra las respuestas dadas por los usuarios al respecto de la pregunta abierta ¿qué porcentaje de la tarea cree que ha completado?

	Grado de éxito subjetivo
User 1	-
User 2	90%
User 3	60%
User 4	85%
User 5	80%
User 6	90%
User 7	99%
User 8	-
User 9	30%
User 10	70%
User 11	80%

TABLA 21. GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO POR USUARIO

Comprobamos nuevamente un dato extremo en el valor reflejado por el usuario 9. El boxplot de la Figura 84 lo representa gráficamente.

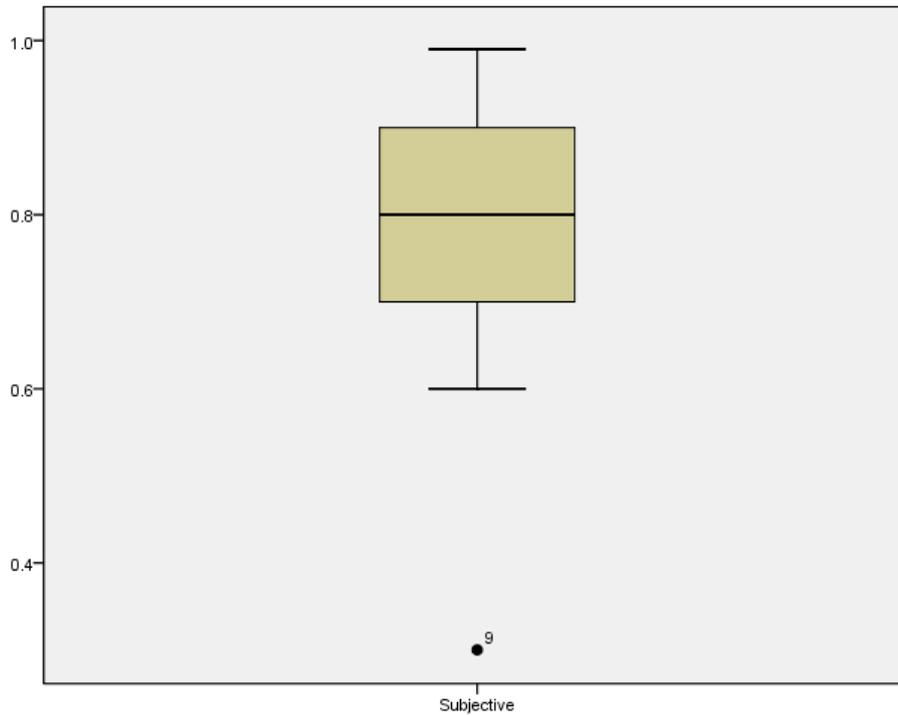


FIGURA 84. BOXPLOT DEL GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO

Relación entre Grado de Éxito Subjetivo y Grado de Éxito Objetivo:

En este apartado realizamos cruces de resultados para comprobar hipótesis que nos parecen significativas:

En la Tabla 22 comparamos las respuestas subjetivas acerca del grado de éxito de los usuarios del cuestionario CSUQ con los valores objetivos obtenidos en la medición del desempeño.

	Valor subjetivo	Valor objetivo
User 1		92,05%
User 2	90%	91,73%
User 3	60%	86,02%
User 4	85%	88,95%
User 5	80%	91,98%
User 6	90%	98,40%
User 7	99%	100,00%
User 8		87,63%
User 9	30%	94,93%
User 10	70%	85,96%
User 11	80%	89,81%

TABLA 22. GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO VS GRADO DE ÉXITO OBJETIVO

La Tabla 22 sugiere una correlación entre las dos formas de medir el grado de éxito; es decir, la estimación subjetiva de cada participante y el valor objetivo obtenido por el evaluador. La Figura 85 muestra estos datos gráficamente.

Antes de analizar estadísticamente dicha correlación decidimos estudiar más detenidamente el caso del usuario 9 dado su valoración subjetiva ha sido un dato extremo (ver Figura 84) y que la disparidad con el valor objetivo es llamativa (ver la Tabla 22 y el gráfico de dispersión de la Figura 85). De este usuario sabemos:

- Que mostró desaprobación durante la prueba de medición del desempeño.
- Su valoración en el CSUQ (grado de satisfacción) es un dato extremo.
- Resulta sorprendente la disparidad entre el valor subjetivo (30%) y el objetivo (94,93%) sobre todo si atendemos que este último está entre los más altos de entre todos los participantes.

Estas evidencias nos llevan a pensar que el usuario ha tenido una percepción excesivamente pesimista de la realidad. Decidimos considerarlo un dato anómalo para el análisis de la correlación entre los valores de Grado de éxito subjetivo y Grado de éxito objetivo.

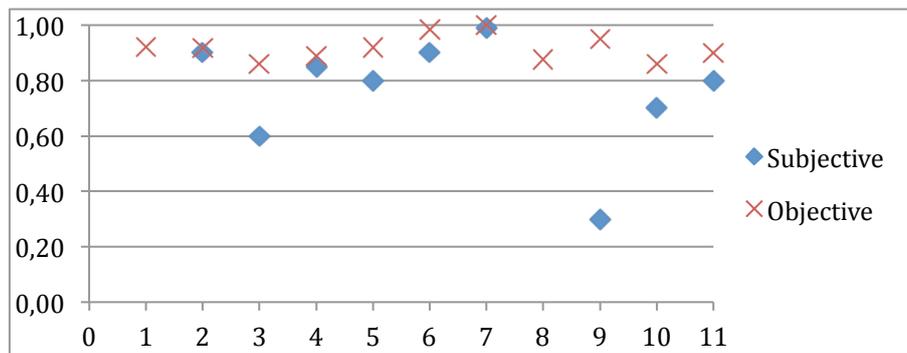


FIGURA 85. GRÁFICO DE DISPERSIÓN: GRADO DE ÉXITO SUBJETIVO VS GRADO DE ÉXITO OBJETIVO

En la Tabla 23 se observa la estadística descriptiva para cada una de las variables:

	Sample Size	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Percepción subjetiva	8	0,6000	0,9900	0,817500	0,1231434
Percepción objetiva	10	0,8596	1	0,912530	0,0477136

TABLA 23. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA PERCEPCIÓN DSUBJETIVA DE ÉXITO Y EL GRADO OBJETIVO DE ÉXITO

La distribución de los datos es normal, tal y como demuestra el Test Shapiro-Wilk ( $\text{sig}=0,830 > 0,05$ ;  $\text{sig}=0,264 > 0,05$ ) (Ver Tabla 24)

	Shapiro-Wilk		
	Estadística	df	Sig.
Subjetivo	0,962	8	<b>0,830</b>
Objetivo	0,896	8	<b>0,264</b>

TABLA 24. NORMALIDAD DEL GRADO SUBJETIVO DE ÉXITO Y EL GRADO DE ÉXITO OBJETIVO

Podemos concluir que la percepción subjetiva que el usuario tiene de su grado de éxito se correlaciona con el grado de éxito real (es decir, el medido por el evaluador a la vista de sus resultados). Sin embargo, puesto que depende de la actitud del usuario y su estado de ánimo, se han medido ambas variables por separado. Para terminar, la correlación entre estas variables afianza la idea de que el método y los criterios seguidos por el evaluador en la medición de errores de completitud y validez en los resultados de la prueba de medición del desempeño.

#### Defectos de usabilidad de la interfaz (I)

El punto de partida para este análisis es el conjunto de impresiones negativas sobre la interfaz del producto que los usuarios han reflejado en las respuestas del cuestionario de la actividad A3. Asumimos que dichas impresiones negativas en muchos casos describen los defectos de usabilidad (DUI) que los usuarios perciben en uno o varios componentes de la interfaz (CI). El determinar si finalmente la correspondencia entre las impresiones negativas y defectos de usabilidad del interfaz es una tarea que corresponde al evaluador.

Para ello el conjunto de impresiones negativas se ha organizado a través de su relación con los CI a los que hacen referencia. Por ejemplo, en el caso de la impresión: “si decides cancelar por equivocación no te advierte que vas a perder tu informe” el CI asociado es el botón de acción “Cancelar Informe” (con identificador C51). La Tabla 25 muestra los tres CI más afectados:

ID	TIPO	COMPONENTE	IMPRESIONES NEGATIVAS
C00	*	Aplicación entera	7
C101	No interfaz (Regla de negocio)	Regla de negocio modificación informes	5
C58	Grupo de componentes de entrada	Componente de entrada: Conjunto de entradas de un informe	5

TABLA 25. CI MÁS CRITICADOS POR LAS IMPRESIONES NEGATIVAS DE LOS USUARIOS.

A menudo al expresar las impresiones los usuarios no se cuestionan o no pueden identificar cuál es el CI que les ha dado problemas durante la prueba del desempeño. Si además el evaluador determina que la relación entre la impresión negativa y un CI concreto no es fácil de determinar se contabiliza dicha impresión para un componente genérico; véase en la Tabla 7 por ejemplo, el CI genérico “Aplicación entera” donde se han contabilizado NS como: “complicada”, “no clara” o “si se comete un error la aplicación debería advertirlo”.

Por otra parte también nos encontramos con NS cuya competencia no es exactamente de la interfaz y sus CI, sino a elementos externos como p.ej. las reglas de la capa de negocio. Estas reglas fueron establecidas en la fase de captura de requisitos previa al diseño e implementación de la aplicación y definen las transacciones que se realizan entre la interfaz y la BD, algunos usuarios se han mostrado en desacuerdo con ellas expresando por ejemplo: “Inflexibilidad de los valores a introducir” o “Imposibilidad de corregir una vez guardado”. Es importante destacar que a pesar de que la interfaz da soporte a dichas reglas, los UID relativos a dichos NS no son de su competencia (no obstante están contabilizados). Estos casos son remitidos a los ingenieros de requisitos de la aplicación para que consideren su pertinencia.

Finalmente consideramos interesante ofrecer la información obtenida en base a criterios de usabilidad incumplidos por los UID encontrados en los CI. Los NS se han contabilizado (Q) y agrupado en base a un estándar de directrices de diseño de interfaces<sup>15</sup>. En concreto utilizamos el Ergonomic Criteria for the Evaluation Human-Computer Interfaces de Bastien y Scapin [22].

---

<sup>15</sup> Esta categorización ha requerido de una interpretación por parte del evaluador. Somos conscientes de que otro evaluador podría haber considerado pertinente utilizar otros criterios o determinar que ciertos NS se refieren a un criterio distinto. La tabla del apéndice recoge el listado completo para su discusión.

Estos son los resultados obtenidos:

CRITERIO ERGONÓMICO	Q	TOTAL
<b>1. Guía/orientación</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
1.1. Incitación	1	
1.2. Agrupación/distinción de elementos	0	
1.2.1. Agrupación/Distinción por localización	1	
1.2.2. Agrupación/Distinción por formato	1	
1.3. Información inmediata	1	
1.4. Legibilidad	0	
<b>2. Carga de trabajo</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
2.1 Brevedad	4	
2.1.1. Concisión	0	
2.1.2. Número mínimo de acciones	1	
2.2. Densidad de información	0	
<b>3. Control explícito del usuario</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
3.1. Acciones explícitas de usuario	0	
3.2. Control de usuario	0	
<b>4. Adaptabilidad</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
4.1. Flexibilidad	0	
4.2. Experiencia de usuario	0	
<b>5. Gestión de errores</b>	<b>0</b>	<b>10</b>
5.1. Protección de errores	2	
5.2. Calidad de los mensajes de error	0	
5.3. Corrección de errores	8	
<b>6. Consistencia/coherencia</b>		<b>0</b>
<b>7. Significado de los códigos</b>		<b>1</b>
<b>8. Compatibilidad</b>		<b>2</b>

TABLA 26. INCIDENCIA EN CRITERIOS ERGONÓMICOS

La Tabla 26 refleja la cantidad de impresiones negativas que indican incumplimiento de un Criterio Ergonómico concreto.

Según los resultados la interfaz presenta una mayoría de defectos de usabilidad referidos al criterio de **Gestión de errores**, que recomienda la existencia de medios disponibles para evitar un error de usuario o recuperarse del mismo cuando este se produzca. El sub-criterio (Corrección de errores) incide en esto último. Ejemplos de impresiones negativas que indican DUI al respecto son: "No he sabido borrar las exploraciones", "Es difícil borrar hallazgos en los informes de radiología cuando nos hemos equivocado".

El siguiente criterio ergonómico que los usuarios echan en falta es **Guía/orientación** en cuanto a la orientación o guía del usuario a través de la interacción con el interfaz. Esto se encuentra reflejado en impresiones como: "necesidad de mensajes de ayuda".

Por último destacamos el criterio de **Carga de trabajo** sobre el que los usuarios han expresado un número importante de impresiones negativas, p. ej.: "Un poco costoso de rellenar", "Un poco largo".

#### 5.1.4 FOCUS GROUP

##### Defectos de usabilidad de la interfaz (II)

Dadas las características de la prueba obtenemos un listado de impresiones negativas similar al de la sección 4.4.3 expresados durante el focus group por el conjunto de los usuarios y anotados por uno de los evaluadores. La mayor diferencia con los resultados obtenidos en la sección 4.4.3. es que los NS están expresados con mayor precisión en cuanto a los UID detectados y los CI afectados. Posiblemente esta diferencia es consecuencia de la intervención de la figura del moderador que posibilita centrar el debate en detalles de interés para el análisis posterior.

Este hecho se puede comprobar al consultar la Tabla 27; podemos observar una mayor definición y variedad de componentes de interfaz descritos:

Código	Componente	Tipo	IN
C24	Campo de fecha genérico	Entrada datos	1
C25	Botón Calendario	Acción	1
C30	Conjunto componentes Localización	Entrada datos	1
C31	Mapa Localización	Contenedor	1
C35	Botón Validar	Acción	1
C40	Mensaje reinicio plantilla	Contenedor	1
C49	Botón agregar nodo árbol	Acción	1
C50	Botón borrar nodo árbol	Acción	2
C51	Botón cancelar informe	Acción	1
C56	Conjunto Entradas acerca de estudios de lesiones previos	Contenedor	1
C58	Conjunto de plantillas de exploraciones	Entrada datos	2
C59	Botón agregar Realce no masa	Acción	1
C60	Campo medida	Entrada datos	1

TABLA 27. RELACIÓN DE CI QUE PRESENTAN DUI REFERIDOS EN EL GRUPO DE DEBATE

De entre todos dos componentes de interfaz (CI) destacan por la incidencia de impresiones negativas (IN): El botón que permite borrar un nodo del árbol (2IN): "Si añades un nódulo en la mama izquierda y te has equivocado, por ejemplo querías ponerlo en la mama derecha, ¿se puede borrar?" y el Conjunto de entradas de informes (2IN): "No queda clara la diferencia entre validar y guardar" o "Hay ciertos campos que aceptan valores que no deberían"

CRITERIO ERGONÓMICO	Q	TOTAL
<b>1. Guía/orientación</b>	0	4
1.1. Incitación	0	
1.2. Agrupación/distinción de elementos	0	
1.2.1. Agrupación/Distinción por localización	3	
1.2.2. Agrupación/Distinción por Formato	0	
1.3. Información inmediata	1	
1.4. Legibilidad	0	
<b>2. Carga de trabajo</b>	0	1
2.1 Brevedad	0	
2.1.1. Concisión	0	
2.1.2. Número mínimo de acciones	1	
2.2. Densidad de información	0	
<b>3. Control explícito del usuario</b>	1	1
3.1. Acciones explícitas de usuario	0	
3.2. Control de usuario	0	
<b>4. Adaptabilidad</b>	0	0
4.1. Flexibilidad	0	
4.2. Experiencia de usuario	0	
<b>5. Gestión de errores</b>	0	6
5.1. Protección de errores	4	
5.2. Calidad de los mensajes de error	1	
5.3. Corrección de errores	1	
<b>6. Consistencia/coherencia</b>		0
<b>7. Significado de los códigos</b>		3
<b>8. Compatibilidad</b>		1

TABLA 28. INCIDENCIA RESPECTO DE LOS CRITERIOS ERGONÓMICOS RESULTADOS FOCUS GROUP

Como se observa en Tabla 28 los resultados son similares con respecto a los obtenidos en la sección anterior. En concreto el criterio **Gestión de errores** está relacionado con la mayoría de impresiones acerca de DUI contabilizados en esta prueba como son: “Al dar a cancelar se ha cancelado todo el informe” o “Hay ciertos campos que aceptan valores que no deberían”.

**Guía/orientación** es el segundo criterio que más impresiones negativas tiene contabilizadas concretamente en el subcriterio Información inmediata en el caso de: “El sincronismo entre el diagrama y los checkbox no funciona bien.” O con el subcriterio Agrupación/Distinción por localización en: “Añadir nódulo está ubicado en la misma zona de los nódulos que acabas de crear y parece que los nódulos estén creados dentro de una carpeta, la última”.

En estos resultados gana relevancia un criterio que en el apartado anterior no había obtenido ningún valor: **Significado de los códigos**, se deriva de una profundización inherente a la prueba, dado que no se repiten ítems ya discutidos por ello se obtienen DUI de menor importancia relativa. De entre ellos podemos destacar: “Al rellenar exploraciones ha interpretado “Validar” como “Guardar Datos” siendo en realidad “Cerrar informe”. Proponen poder guardar los datos sin tener que cerrar dicho informe” o “Revisar realce de resonancia”.

## 6 CONCLUSIONES

Este proyecto ha presentado la interfaz desarrollada para permitir que los radiólogos y los médicos realicen informes médicos estructurados y tengan un acceso fácil y transparente a las bases de conocimiento que se construyen a través de la colaboración entre especialistas de diferentes centros en base a dichos informes. Además, se ha descrito la herramienta de apoyo diagnóstico y la investigación en cáncer de mama. Este documento también ha cubierto y discutido la evaluación del prototipo del producto, desde el punto de vista de la utilidad percibida por los usuarios finales.

Este estudio ha demostrado que las herramientas que se presentan en este trabajo ofrecen un avance en la estandarización entre las imágenes médicas y los informes estructurados, organizados a través de plantillas ontológicas, y un mecanismo para buscar la información pertinente, que puede ser útil en la práctica clínica, la investigación y la docencia.

La segunda conclusión importante es que la metodología descrita en este trabajo para la evaluación de usabilidad ha servido para conocer la opinión de los usuarios potenciales del producto y para mejorarlo. Evaluar consiste en probar algo. Tanto para saber si funciona correctamente o no, como para saber si cumple con las expectativas o no.

Una limitación de este estudio es el número de participantes en el test de usabilidad, debido a la dificultad de juntar un grupo de especialistas radiólogos.

La investigación futura debería concentrarse en la creación de nuevos mecanismos para guiar a los usuarios para completar las tareas, y el diseño de un sistema de herramientas de prevención y corrección de errores. También como trabajo futuro podría establecerse la traducción del informe estructurado a un lenguaje más natural, redactado.

Aunque en general los resultados son buenos, este estudio indica que algunos componentes de interfaz de usuario pueden ser mejorados, ofreciendo la facilidad de uso que se requiere para aplicaciones complejas, tales como el diagnóstico asistido por ordenador de cáncer de mama.

A continuación se reflejan algunas recomendaciones de rediseño que se pueden implementar como soluciones de mejora del prototipo y del producto:

### 6.1 RECOMENDACIONES DE REDISEÑO

#### Generales

1. Poner título de la aplicación en todas las pantallas.
2. Establecer mensajes de error que avisen cuando hay posibilidad de perder el trabajo realizado (p. ej.: al pulsar el botón "validar").
3. Redactar los mensajes, de error, aviso, etc.. a un lenguaje que el usuario entienda.

**Pantallas de gestión del historial clínico:**

4. Permitir varias formas de acceder a los datos del paciente ( clic/doble clic, icono) o hacerlo coherente con el resto de pantallas
5. Pagar los listados extensos.
6. El listado de pacientes separar Nombre de apellido 1 y apellido 2, y posibilitar el ordenar la tabla al pulsar en las cabeceras ( nombre, apellidos, sexo).
7. Incluir una alarma o aviso del paciente que tiene estudios pendientes de informar ( ya sea en este listado o mediante un e-mail).
8. Estudiar la posibilidad de modificar una exploración informada.
9. Posibilidad de cambiar la asignación a un episodio de una exploración informada.
10. Posibilidad de borrar una exploración informada.
11. Permitir varias formas de acceder a los datos de la exploración ( clic/doble clic, icono) o hacerlo coherente con el resto de pantallas.
12. Posibilidad de borrar un episodio diagnóstico.
13. En las acciones para agregar exploraciones, episodio de seguimiento... los botones no son muy accesibles (debido al tamaño del área seleccionable y al efecto de aparición/desaparición): se propone incluir estas acciones en un lugar fijo y visible especialmente cuando puedan ser requeridas.
14. Cambiar posición entre botones "Aceptar" y "Cancelar".
15. Pantalla de creación de exploraciones: Tal y como los participantes de la prueba de usabilidad nos plantearon, se debería poder crear un número ilimitado de exploraciones del mismo tipo en un sólo paso del proceso. Hasta ahora, p.ej., cuando se necesita crear dos biopsias pre-quirúrgicas realizadas para dos hallazgos distintos, el usuario había de abrir la ventana de Creación de exploraciones, pulsar la opción de biopsia pre-quirúrgica y el botón de aceptar y realizar estos mismos pasos para la segunda biopsia. Una solución posible a este defecto de usabilidad de la interfaz se refleja en el siguiente prototipo, en la Figura 86.

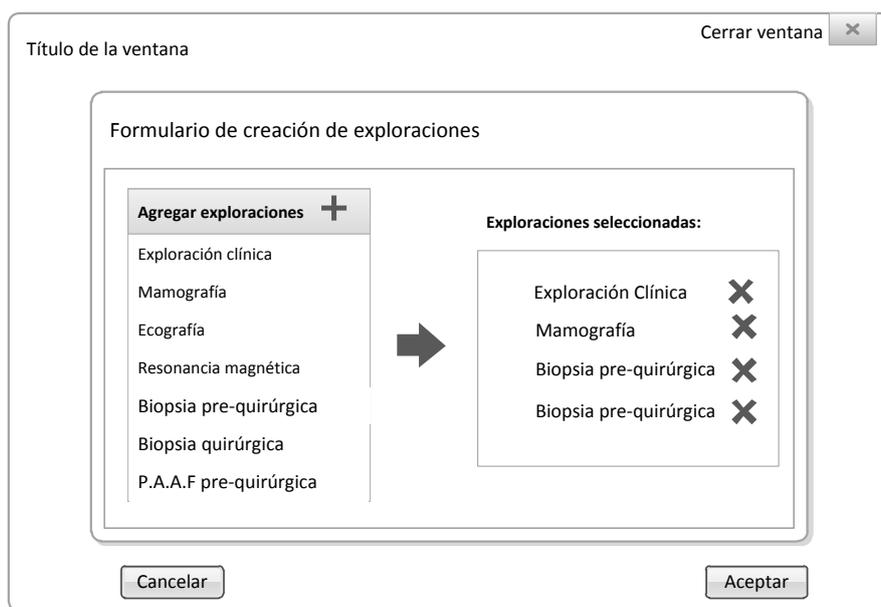


FIGURA 86. PROTOTIPO DE RE-DISEÑO: "VENTANA CREAR EXPLORACIONES"

**Pantallas de introducción de datos en informes estructurados:**

1. Indicar el formato válido para los campos de fecha.
2. No dejar introducir un valor no válido para los campos de fecha.
3. Fecha estudio previo: que sea campo condicional y aparezca sólo si se ha pulsado "presente en estudios previos".
4. Incluir una opción de "sin lesiones palpables" en un momento y lugar destacado al iniciar la introducción de los datos de la exploración.
5. Diferenciar Relace (no-Masa) de realce en resonancia.
6. Mejoras del componente de localización:
  - a. Ha de dibujar las dos mamas a la vez, aunque se ha de permitir editar sólo la parte del diagrama de la mama que ha sido seleccionada en el árbol de estructura con lo que evita errores de despistes. Por ejemplo, si se ha seleccionado la mama derecha el diagrama mostrará con un trazo más concreto la zonas correspondientes a dicha mama, mientras que las zonas del dibujo que pertenecen a la mama izquierda estarán menos marcadas y no podrán ser seleccionadas.
  - b. El diagrama y los campos check –box se deberían actualizar recíprocamente.
7. Definir si es conveniente que en una misma exploración se validen las lesiones por separado, en caso afirmativo habría que pensar en distinguir (formato y ubicación): "validar lesión" de "validar exploración", por ejemplo mostrando un cuadro de diálogo donde aparecieran los valores asignados (BI-RADs) a cada lesión con posibilidad de modificaciones en dichos valores, seguir informando, campos obligatorios no completados, salir y guardar el informe.... Tanto en lo anterior, como en caso negativo proteger del error de validar antes de terminar de informar una exploración avisando al usuario de que va a salir del informe.
8. Hacer más visibles los datos generales de las mamas o cambiarlos de ubicación.
9. Mejoras de los campos obligatorios:
  - a. Posicionar el contenido en el valor obligatorio que ha sido seleccionado en la pantalla de validación.
  - b. Distinguir de los demás campos en cuanto a formato.
10. Ordenar alfabéticamente el contenido de las listas desplegadas.
11. Favorecer la relación entre lesiones creadas con anterioridad en otros informes del paciente.
12. Mejoras del árbol de navegación:
  - a. Eliminar o distinguir los ítems navegables o contenedores de los que no ( por ejemplo en el caso del raíz del árbol que parece por formato y ubicación que se trate de un vínculo).
  - b. Distinguir claramente las dos mamas, por ejemplo mediante un sistema de pestañas (información general, mama derecha, mama izquierda) que active el sub-árbol de navegación correspondiente a cada mama y que cambie el formato a resaltado para que se vea claramente cual está activada.
  - c. Distinguir claramente las acciones de duplicación o borrado en el árbol de navegación, por ejemplo colocándolas en la zona superior o inferior de las pestañas, por lo que todas las acciones se puedan realizar desde la misma ubicación.

- d. Ampliar la superficie de contenido evitando el doble scroll. Para ello es necesario un rediseño de los marcos de la página, concretamente se podría eliminar el inferior y ampliar la zona de contenido del central.

**Pantallas de búsquedas:**

1. Posibilidad de acceder a búsquedas desde varias pantallas (gestión de usuarios, introducción de datos en informes...).

## 7 PUBLICACIONES

Jose Salavert, Cristina Maestre, Damiá Segrelles, Ignacio Blanquer, Vicente Hernández, Rosana Medina, Luis Martí: "**Grid Prototype to Support Cancer of Breast Diagnostics in Clinic Practice**". en *IV Congreso Internacional IBERGRID: Iberian Grid Infrastructure Conference Proceedings*. Portugal 24-27 mayo 2010.

Cristina Maestre, J. Damià Segrelles Quilis, Erik Torres, Ignacio Blanquer, Rosana Medina, Vicente Hernández, Luis Martí: "**Assessing the Usability of a Science Gateway for Medical Knowledge Bases with TRENCADIS**", en *Journal of Grid Computing*. December 2012, Volume 10, Issue 4, pp 665-668.

Esta publicación está dentro del primer cuartil del índice de impacto para el año 2012:

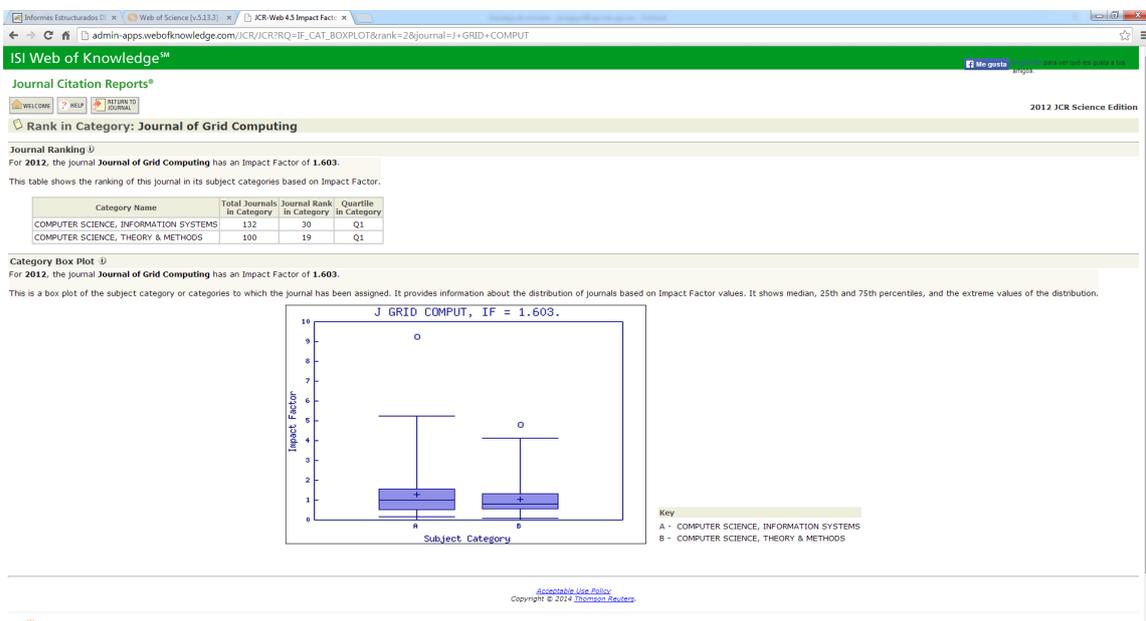


FIGURA 87. ÍNDICE DE IMPACTO EN DE LA REVISTA JOURNAL OF GRID COMPUTING

## REFERENCIAS

- [1] Blanquer Espert, I., Hernández García, V., Meseguer Anastásio, F.J., Segrelles Quilis, J.D. (2009): Content-based organisation of virtual repositories of DICOM objects. *Future Generation Computer Systems* 25(6), 627–637. DOI 10.1016/j.future.2008.12.004
- [2] Martí-Bonmatí L., Tardáguila F., Bonmatí J. (2004): El informe radiológico: estilo y contenido (II) *Radiología*; 46:199-202.
- [3] Jaspers, M.W.M. (2009): A comparison of usability methods for testing interactive health technologies: methodological aspects and empirical evidence. *International Journal of Medical Informatics* 78(5), 340–353.
- [4] A.W. Kushniruk, M.M. Triola, E.M. Borycki, B. Stein, J.L.Kannry (2005): Technology induced error and usability: the relationship between usability problems and prescription errors when using a handheld application. *Int. J. Med.Inform.* 74, 519–526
- [5] Oncoguía de Cáncer de Mama Comunidad Valenciana (2006). Generalitat Valenciana. Conselleria de Sanitat. ISBN: 84-482-4236-X
- [6] SNOMED CT. <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>. Consultado en octubre de 2013.
- [7] Breast Imaging Reporting and Data System Atlas (BI-RADS® Atlas). (2003). Reston, Va: American College of Radiology (ACR)
- [8] AJCC Cancer Staging Manual Seventh Edition. (2010). Springer-Verlag. New York.
- [9] Eric Eaton (2003): Diseño web. Elementos de interfaz. Anaya Multimedia-Anaya Interactiva. ISBN: 8441516030
- [10] National Electrical Manufacturers Association. (2011). Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Part 1: Introduction and Overview
- [11] Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). (1999). Supplement 23: Structured Reporting Storage SOP Classes. DICOM Standards Committee.
- [12] Clunie, D.A. (2000): DICOM structured reporting. PixelMed Publishing, Bangor, Pennsylvania, USA.
- [13] W3C. <http://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology>. Consultado en noviembre de 2013.
- [14] Damian Segrelles (2007): Diseño y Desarrollo de una Arquitectura Software Genérica Orientada a Servicios para la Construcción de un Middleware Grid Orientado a la Gestión y Proceso Seguro de Información en formato DICOM sobre un Marco Ontológico.
- [15] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. (2001) :The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. *International J. Supercomputer Applications*, vol. 15(3), pp. 200-222. Print ISSN: 1094-3420. Online ISSN: 1741-2846.
- [16] Nielsen J. and Hoa Loranger (2006). Usabilidad. Prioridad en el diseño Web (Prioritizing Web Usability). Anaya Multimedia. ISBN 84-415-2092-5.
- [17] Nielsen J. (1993): Usability engineering. Academic Press.
- [18] ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering. Product quality. Part 1: Quality model
- [19] ISO 9241-II:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part II: Guía/orientación on usability, ISO
- [20] GRIHO, grupo de investigación en Interacción Persona-Ordenador e integración de datos de la Universitat de Lleida. Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la

- accesibilidad. MPlu+a. <http://www.grihocitools.udl.cat/mpiu+a/>. Consultado en Abril 2012.
- [21] Nielsen, J. (1994): Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, NY.
- [22] Bastien, J.M.C., Scapin, D.L. (1993): Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces INRIA .
- [23] Granollers, T. (2004): MPlu+a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares, tesis doctoral, Universitat de Lleida
- [24] ISO 13407 (1999): Human-centred design processes for interactive system
- [25] Annett, J.; Duncan, K. (1967): Task analysis and training in design. Occupational Psychology, núm. 41.
- [26] U.S. Department Of Health and Human Services (2002): Food and Drug Administration: General Principles of Software Validation; Final Guía/orientación for Industry and FDA Staff.
- [27] Harold Kerzner. (2009). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.
- [28] Abhay Rautela (2010): The Usability Testing Process. [www.conetrees.com](http://www.conetrees.com) (CC BY NC ND). Consultado en Noviembre 2013.
- [29] Nielsen, J.; Mack, R. (1994): Usability inspection methods. New York: Wiley. Published by John Wiley & Sons, New York. ISBN 0-471-01877-5
- [30] Polson, P.G.; Lewis, C.; Rieman, J.; Wharton C. (1992): Cognitive walkthroughs: A method for theory-based evaluation of user interfaces. International Journal of Man-Machine Studies 36, 741-773.
- [31] Lewis, J. R. (1995): IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. International Journal of Human-Computer Interaction, 7:1, 57-78
- [32] Dumas, J.; Redish, J. (1993): A practical guide to usability. Ablex, Norwood, NJ ISBN 0-89391-991-8 .
- [33] ISO 9241-10 (1996): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals - Part 10: Dialogue principles.
- [34] Alva, M. (2005): Metodología de Medición y Evaluación de la Usabilidad en Sitios Web Educativos. Tesis Doctoral en línea. Universidad de Oviedo, España.
- [35] MIM Mobile <http://www.mimsoftware.com/>. Consultado en diciembre de 2013.
- [36] Structurad. <http://www.estructurad.com/>. Consultado en junio de 2012.
- [37] Hermareport. <http://www.hermareport.com/>. Consultado en diciembre de 2013.
- [38] PenRad. <http://www.penrad.com/>. Consultado en diciembre de 2013.
- [39] I. Blanquer, V. Hernández, J. Meseguer, D. Segrelles. CVIMO – Deployment of a Cyber-infrastructure on top of TRENCADIS Architecture to Share and Create DICOM Studies and Structured Reports.
- [40] Damian Segrelles, Ignacio Blanquer, Rosana Medina, Vicente Hernández, Luis Martí, Daniel Almenar (2012): Content-Based Organisation of Breast Cancer Images to improve diagnostic process. Experimental Mechanics. New Trends and Perspectives.Proceedings of the 15th International Conference on Experimental Mechanics, Porto, Portugal 22-27 July 2012. Edições INEGI. ISBN 978-972-8826-25-3.

- [41] Acceso Instantáneo a Imágenes Médicas en cualquier momento y lugar.  
RevistaSalud.com. Vol2, No7 (2006). <http://archivo.revistaesalud.com>. Consultado en Diciembre 2013.
- [42] Nielsen J. (2000): Designing web usability. Prentice Hall. ISBN 1-56205-810-X
- [43] Kelly Braun et al. (2002): Usability: The Site Speaks For Itself.
- [44] Kelly Goto and Emily Cotler. 2002. Web Redesign: Workflow that Works. ISBN 0-7357-1062-7.
- [45] UsabilityNet European Union Project (2001-2003). <http://www.usabilitynet.org>. Consultado en Junio 2012
- [46] International Standard (2001). *ISO/IEC 9126-1. Software engineering-Product quality-Part 1: Quality model* .
- [47] Salavert Torres, J., Maestre Urbano, C.V., Segrelles Quilis, J.D., Blanquer Espert, I., Garcia, H.V., Martí Bonmatí, L.: Grid Prototype to Support Cancer of Breast Diagnostics in Clinic Practice. In: IBERGRID'2010 -4th Iberian Grid Infrastructure Conference, pp. 285–294. Netbiblo, Braga (2010)
- [48] Moody (ECIS 2003) The method evaluation model. A theoretical model for validating information systems design methods.
- [49] Lindland, O. I., Sindre, G. & Solvberg, A. (1994). Understanding Quality in Conceptual Modeling. IEEE Software, 11 (2), 42-49
- [50] Robert M. Schumacher. NIST Guide to the Processes Approach for Improving the Usability of Electronic Health Records
- [51] Serco Usability Services (1995). Performance Measurement Handbook .Version 3. National Physical Laboratory Teddington, Middlesex, United Kingdom
- [52] van Rijsbergen, C. J. (1979). Information Retrieval (2nd ed.). Butterworth.
- [53] ISO/IEC9126-4. Software engineering — Product quality — Part 4: Quality in use metrics.

## 8 ANEXOS

### 8.1 DOCUMENTACIÓN TEÓRICA ADICIONAL

#### 8.1.1 HEURÍSTICAS DE NIELSEN

1. **Ofrecer visibilidad del estado del sistema.** Manteniendo informados a los usuarios de lo que está ocurriendo.
2. **Utilizar el lenguaje de los usuarios.** Utilizar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad para el usuario.** Los usuarios eligen a veces funciones del sistema por error y necesitan a menudo una salida de emergencia claramente marcada.
4. **Consistencia y estándares.** Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. Por ejemplo, es conveniente seguir convenciones como al incluir un enlace en un logotipo que dirija a la página principal al pinchar sobre él.
5. **Prevención de errores.** Por ejemplo, al ofrecer una lista de opciones en un desplegable en lugar de que el usuario tenga que teclear las palabras se evitan muchos errores en el envío de datos de un formulario.
6. **Minimizar la carga de la memoria del usuario.** Haciendo visibles los objetos, acciones, y las opciones, el usuario no tendrá que recordar la información de una parte del diálogo a la otra. De esta manera, se reduce el esfuerzo mental del usuario.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso.** Los atajos para la realización de tareas no percibidos por un usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para todos ellos. Por ejemplo las acciones frecuentes realizadas con combinaciones de teclas, o el uso de “*breadcrumbs*” para llegar rápidamente a una sección de un sitio web.
8. **Los diálogos simples y diseño minimalista.** Los diálogos no deben contener la información irrelevante o que se necesite raramente. Cada unidad adicional de la información en un diálogo compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores.** Los mensajes de error se deben expresar en un lenguaje claro, que indique exactamente el problema, y deben ser constructivos.
10. **Ayuda y documentación.** Puede ser necesario disponer de ayuda y documentación. Ha de ser fácil de encontrar, centrada en las tareas del usuario, tener información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.

## 8.2 DOCUMENTACIÓN DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

### 8.2.1 AGENDA DE ACTIVIDADES DE LA PRUEBA DE USABILIDAD

Orden y duración de actividades para llevar a cabo la evaluación de usabilidad

#### **0 Introducción**

Ponente: Cristina Maestre Urbano

Descripción: Breve explicación sobre lo que va a consistir el test de usabilidad y cual va a ser la dinámica de la prueba. Tiempo de realización: 3 minutos

#### **1 Demostración de cómo introducir un caso práctico en la aplicación:**

Ponentes: Dra. Rosana Medina/ J. Damià Segrelles.

Descripción: Esta actividad demuestra la tarea que el usuario va a realizar. Tiempo de realización: 10 minutos.

#### **2 Realización de tarea 2:**

Descripción: Los usuarios, en base a un segundo caso práctico guiado, deben realizar la introducción del mismo en la aplicación. Tiempo de realización: 25-30 minutos.

#### **3 Realización de tarea 3:**

Descripción: Los usuarios, en base a una imagen médica deberán establecer un diagnóstico y evidenciarlo en la introducción de datos en la aplicación. Tiempo de realización: 30-35 minutos

#### **4 Cuestionario de usabilidad:**

Descripción: Después de los usuarios han hecho la tarea, debe completar el cuestionario y algunas preguntas de respuesta libre. Tiempo de realización: 15 - 20 minutos.

#### **Descanso y merienda**

#### **5 Grupo de discusión:**

Moderadora: Cristina Maestre Urbano.

Descripción: Análisis de las respuestas del usuario a las preguntas de respuesta libre del cuestionario, se discutirán las dimensiones positivas y negativas con las que se han encontrado los usuarios después de la ejecución de las tareas en la aplicación.

Tiempo de realización: 25 - 30 minutos.

## 8.2.2 TAREA 2: CASO PRÁCTICO GUIADO (CASO PRÁCTICO Nº 2)

### ACCESO A LA APLICACIÓN

Abra el navegador web Internet Explorer (Acceso directo en el Escritorio) y acceda a la aplicación.

### Selección de la paciente

Seleccione la paciente que se le ha asignado para realizar el informe. Si Usted es el User test X (Lo puede consultar en la aplicación en la parte superior derecha de la pantalla), tiene asignado el Paciente X TEST USABILIDAD.

### Creación del Episodio y Exploraciones

Cree un Episodio Diagnóstico que contiene una Exploración Clínica y una Mamografía.

Capture las dos exploraciones anteriores.

### Introducción de La Exploración Clínica

**No se palpan lesiones. Ecografía NORMAL.**

### Introducción de Datos en Mamografía

Acceda a la Mamografía, una vez allí ha de introducir los siguientes datos:

- En la mama **Izquierda**
  - **No** existen Alteraciones en el Pezón.
  - **No** hay prótesis.
- En la mama **Derecha**
  - **No** existen Alteraciones en el Pezón.
  - **No** hay prótesis.
- En la mama **Izquierda** cree un **nódulo/masa (NÓDULO 1)**
  - **Sí** presenta en estudios Previos.
  - Fecha Estudio Previo: **15 de Abril de 2010.**
  - Fecha del Hallazgo Actual **8 de Marzo del 2011.**
  - Forma **Lobulado.**
  - Sus bordes son **Oculto.**
  - **No** Presenta Calcificaciones.
  - Localizado en el **Cuadrante Infero-Interno (CII)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es 12 x 6 x 6 mm.
    - Tamaño Cráneo-Caudal **12** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral **6** mm.
    - Tamaño Antero-Posterior **6** mm.
- En la mama **Izquierda** cree un segundo **nódulo/masa (NÓDULO 2)**
  - **Sí** presente en estudios Previos.
  - Fecha Estudio Previo: **15 de Abril de 2010.**
  - Fecha del Hallazgo Actual **8 de Marzo 2011.**
  - Forma **irregular.**

- Sus bordes son **espiculados**.
- **No** Presenta Calcificaciones.
- Localizado en el **Cuadrante Supero- Externo (CSE)** de la mama.
- **No** se mide distancia al Pezón.
- El tamaño es 14 x 10 x 6 mm.
  - Tamaño Cráneo-Caudal **14** mm.
  - Tamaño Latero-Lateral **10** mm.
  - Tamaño Antero-Posterior **6** mm.
- En la mama **derecha** cree un tercer **nódulo/masa (NÓDULO 3)**
  - **No** presente en estudios Previos
  - Fecha Estudio Previo **No Consta**.
  - Fecha del Hallazgo **8 de Marzo de 2011**.
  - Forma **ovalada**.
  - Sus bordes están **mal definidos**.
  - **No** Presenta Calcificaciones.
  - Localizado en la **Línea Intercudrántica inferior (LIInf)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - No se toman medidas del tamaño.
    - Tamaño Cráneo-Caudal **ESTABLE(valor Vacío)** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral **ESTABLE(valor Vacío)** mm.
    - Tamaño Antero-Posterior **ESTABLE(valor Vacío)** mm.

### Validación de la Mamografía

Valide los datos y asegúrese de que:

BI-RADS de las lesiones es 5

Guarde el informe.

### Introducción de Ecografía

Agregue otra exploración en el mismo Episodio Diagnóstico en concreto una Ecografía, Captúrela.

### Introducción de Datos en Ecografía

Acceda a la Ecografía, una vez allí ha de introducir los siguientes datos:

- En la mama **izquierda** cree un segundo **nódulo/masa (NÓDULO 1)**
  - **Si** presente en estudios Previos.
  - Fecha Estudio Previo **15 de Abril de 2010**.
  - Fecha del Hallazgo Actual **8 de Marzo de 2011**.
  - Localizado en el **Cuadrante Infero-Interno (CII)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es 8 x 8 mm.
    - Tamaño Cráneo-Caudal **8** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral **8** mm.
    - Tamaño Antero-Posterior **NO CONSTA**.
  - Forma **irregular**.

- Sus márgenes son **No Circunscritos, angulares.**
- El borde de la lesión es un **Superficie Abrupta.**
- La Orientación es **no paralela.**
- El patrón ecogénico es **hipoecoico**
- La característica acústica posterior es **sombra.**
- **No** hay Calcificaciones.
- En la mama **izquierda** cree un **nódulo/masa (NÓDULO 2)**
  - **Si** presente en estudios Previos.
  - Fecha Estudio Previo **15 de Abril de 2010.**
  - Fecha del Hallazgo Actual **8 de Marzo de 2011.**
  - Localizado en el **Cuadrante Supero- Externo (CSE)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es **9 x 9 mm.**
    - Tamaño Cráneo-Caudal **9 mm.**
    - Tamaño Latero-Lateral **9 mm.**
    - Tamaño Antero-Posterior: **No Consta**
  - Forma **irregular.**
  - Sus márgenes son **indistinguibles.**
  - El borde de la lesión es un **halo ecogénico.**
  - La Orientación es **no paralela.**
  - El patrón ecogénico es **Anecoico**
  - La característica acústica posterior es **Ausente.**
  - **No** hay Calcificaciones.
- **No** presenta Hallazgos Asociados
- En la mama **derecha** cree el tercer **nódulo/masa (NÓDULO 3)**
  - **Sí** presente en estudios Previos.
  - Fecha Estudio Previo **22 de Febrero de 2005.**
  - Fecha del Hallazgo Actual **26 de Marzo de 2010.**
  - Localizado en la **Línea Intercudrántica inferior (LIInf)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - **No** se toman medidas del tamaño.
    - Tamaño Cráneo-Caudal **ESTABLE(valor Vacio) mm.**
    - Tamaño Latero-Lateral **ESTABLE(valor Vacio) mm.**
    - Tamaño Antero-Posterior **ESTABLE(valor Vacio) mm.**
  - Forma **ovalada.**
  - Sus márgenes son **indistinguibles o borrosos.**
  - El borde de la lesión **superficie abrupta.**
  - Orientación **paralela.**
  - El patrón ecogénico es **heterogéneo.**
  - La característica acústica **posterior ausente.**
  - **No** hay Calcificaciones.

### Validación de la Ecografía

Valide los datos y asegúrese de que:

BI-RADS de las lesiones es 5

Guarde el informe.

## Introducción de Resonancia Magnética

Agregue una Resonancia Magnética en el mismo Episodio Diagnóstico, Captúrela.

## Introducción de Datos en Resonancia Magnética

Acceda a la Resonancia, una vez allí ha de introducir los siguientes datos:

- En la **mama Izquierda**
  - Realce **Patológico**.
- En la mama **izquierda** cree un **nódulo/masa. (NÓDULO 1)**
  - Presente en estudios Previos **No Consta**
  - Fecha Estudio Previo **No Consta**.
  - Fecha del Hallazgo Actual **13 Abril 2010**.
  - Localizado en el **Cuadrante Infero-Interno (CII)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es **10 x 10 x 8** mm.
    - Tamaño Cráneo-Caudal **10** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral **10** mm.
    - Tamaño Antero-Posterior **8** mm.
  - Forma **Irregular**.
  - El borde de la lesión es **Espiculados**.
  - El realce interno **homogéneo**.
  - Cinética: Curvas **tipo II**.
- En la mama **izquierda** cree un segundo **nódulo/masa. (NÓDULO 2)**
  - Presente en estudios Previos **No Consta**.
  - Fecha Estudio Previo **No Consta**.
  - Fecha del Hallazgo Actual **13 Abril 2010**.
  - Localizado en el **Cuadrante Supero- Externo (CSE)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es **9 x 9 x 6** mm.
    - Tamaño Cráneo-Caudal: **9** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral: **9** mm.
    - Tamaño Antero-Posterior: **6** mm.
  - Forma **redondo**.
  - El borde de la lesión es **bien definido**.
  - El realce interno **Realce en Anillo**.
  - Cinética: Curvas **tipo III**.
  -
- En la **mama Derecha**
  - Realce **Patológico**.
- En la mama **derecha** cree un **nódulo/masa. (NÓDULO 3)**
  - Presente en estudios Previos **No Consta**.
  - Fecha Estudio Previo **No Consta**.
  - Fecha del Hallazgo Actual **13 Abril 2010**.
  - Localizado en la **Línea Intercudrántica inferior (LIInf)** de la mama.
  - **No** se mide distancia al Pezón.
  - El tamaño es **12x12x6** mm.
    - Tamaño Craneo-Caudal: **12** mm.
    - Tamaño Latero-Lateral: **12** mm.

- Tamaño Antero-Posterior: **6 mm.**
- Forma **Ovalado.**
- El borde de la lesión es **bien definido.**
- El realce interno **homogéneo.**
- Cinética: Curvas **tipo I.**

### Validación de la Resonancia Magnética

Valide los datos y asegúrese de que:

BI-RADS de las lesiones es 5

Guarde el informe.

## Introducción de Biopsia Pre-Quirúrgica

---

Agregue dos Biopsias Pre-Quirúrgica en el mismo Episodio Diagnóstico, una por cada Nódulo a biopsiar. Posteriormente Captúrelas.

### Introducción de Datos en Biopsia Pre-Quirúrgica (Nódulo 1)

Acceda a una Biopsia Pre-Quirúrgica, una vez allí ha de introducir los siguientes datos:

- Categoría de Biopsia **B5.maligna.**
- En Tipos Histológicos
  - carcinoma ductal infiltrante **Si.**
- En características Histológicas
  - KI-67 **10%**
  - Grado Histológico de **tipo III.**
  - Invasión Vascular/Linfática **No.**
  - Necrosis en el Tumor Infiltrante **No.**
  - Calcificación: **Sí**
  - Intensidad de Tinción Receptores de Estrógeno **2.**
  - Receptores de Estrógenos **90%.**
  - Intensidad de Tinción Receptores de Progesterona **2.**
  - Receptores de Progesterona **90%.**
  - Herceptest **positivo.**
  - Fish efectuado **No**
  - Biopsia Axilar Realizada **No.**
  - Punción –Aspiración Con Aguja Fina (P.A.A.F) Axilar **No.**

### Validación de la Biopsia Pre-Quirúrgica

Valide los datos y asegúrese de que el BI-RADS asignado es 6.

## El TNM Pre quirúrgico sería pT1N0MX

Guarde el informe

---

## Introducción de Biopsia Quirúrgica

Agregue dos Biopsia Quirúrgicas en el mismo Episodio Diagnóstico, Captúrelas.

## Introducción de Datos en Biopsia Quirúrgica

Acceda a la Biopsia Quirúrgica, una vez allí ha de introducir los siguientes datos:

- En la mama izquierda **Añada una Técnica Quirúrgica Mamaria**
  - La Técnica Quirúrgica empleada es una **Tumorectomía**
    - Arpón **No**
  - Tipo Histología:  
Carcinoma Ductal Infiltrante **Si**
  
  - Distribución del Tumor es **Único**.
  - Medidas del Tumor Infiltrante 1: **8** mm
  - Medidas del Tumor Infiltrante 2: **8** mm
  - Medidas del Tumor Infiltrante 3: **No Consta** mm
  - Bordes de Resección Libres **Si**.
  - KI-67 **menor del 10 (Poner un valor menor que 10) %**
  - Grado Histológico **I**.
  - Invasión Vascular/Linfática **No**.
  - Intensidad de Tinción Receptores de Estrógeno **3**.
  - Receptores de Estrógenos **100%**.
  - Intensidad de Tinción Receptores de Progesterona **3**.
  - Receptores de Progesterona **70%**.
  - Herceptest **positivo**.
  - Fish efectuado **No**.
- En Técnica Quirúrgica Axilar
  - Resección axilar **Sí**
    - Linfadenectomía **No**
    - Ganglio Centinela **Si**
  - Ganglios Axilares Afectos **No**
- En la **mama derecha Agregue** una segunda **Técnica Quirúrgica Mamaria**
- **Bórrela**

### Validación de la Biopsia Quirúrgica

Valide los datos Guarde el informe

## El TNM Clínico sería pT1N0MX

---

### Realización de Una Búsqueda

Cree una nueva exploración de Mamografía.

Edite el informe para introducir nuevos datos.

Realice una búsqueda de todas las mamografías sin Alteraciones al pezón en la mama Izquierda.

### 1.1.1 TABLAS DE IMPRESIONES NEGATIVAS RECABADAS EN LAS DIFERENTES PRUEBAS

CRITERIO ERGONÓMICO	COMPONENTE/S AFECTADO/S	IMPRESIONES NEGATIVAS
5.3. Corrección de errores	C101 No interfaz Componente de	Regla de negocio modificación informes Poder retroceder.
2.1. Brevedad	C58 entrada	Conjunto de entradas de un informe Un poco largo.
5.3. Corrección de errores	C100 No interfaz	Regla de negocio borrado informes No he sabido borrar las exploraciones.
5.3. Corrección de errores	C101 No interfaz Componente de	Regla de negocio modificación informes ¿Es posible modificar informes ya guardados?
2.1. Brevedad	C58 entrada	Conjunto de entradas de un informe lenta
5.3. Corrección de errores	C101 No interfaz Componente de	Regla de negocio modificación informes no se puede volver atrás
2.1. Brevedad	C58 entrada	Conjunto de entradas de un informe larga
5.3. Corrección de errores	C101 No interfaz	Regla de negocio modificación informes Regla de negocio lista de valores para cada campo Imposibilidad de corregir una vez guardado.
8. Compatibilidad Número mínimo de	C102 No interfaz Componente de	Regla de negocio lista de valores para cada campo Inflexibilidad de los valores a introducir.
2.1.2. acciones	C58 entrada	Conjunto de entradas de un informe Un poco costoso de rellenar.
1.2.1. Agrupación/Distinción por localización	C06 entrada	Campo Observaciones No permite introducir información adicional en los informes de anatomía patológica.
5.3. Corrección de errores	C48 Contenedor Componente de	Conjunto de acciones nodos árbol Es difícil borrar hallazgos en los informes de radiología cuando no hemos equivocado.
1.3. Información inmediata	C30 entrada	Conjunto componentes Localización Cuando localizas una lesión en un cuadrante y la borras quitando la cruz no desaparece el sombreado del gráfico
5.3. Corrección de errores	C101 No interfaz Componente de	Regla de negocio modificación informes IMPOSIBILIDAD PARA RECTIFICAR UNA VEZ VALIDADO
2.1. Brevedad	C58 entrada	Conjunto de entradas de un informe CREO QUE REQUIERE BASTANTE TIEMPO POR PACIENTE CONFUSIÓN EN CUANTO AL REALCE EN RM NO NODULAR.
7. Significado de los códigos	C59 Componente de acción	Botón agregar Realce no masa La objetividad en exceso puede resultar a veces incómoda a la hora de informar debido a que la valoración es subjetiva.
8. Compatibilidad	C00 N/A	Aplicación entera

1.	Guía/orientación	C00	N/A	Aplicación entera	Requiere un pequeño período de aprendizaje para su utilización. complicada no clara si decides cancelar por equivocación no te advierte que vas a perder tu informe NECESIDAD DE MENSAJES DE AYUDA PODER RECUPERAR MÁS FACILMENTE LA APLICACIÓN AL COMETER UN ERROR SI SE COMETE UN ERROR LA APLICACIÓN DEBERÍA ADVERTIRLO
1.	Guía/orientación	C00	N/A	Aplicación entera	
1.	Guía/orientación	C00	N/A	Aplicación entera	
5.1.	Protección de errores	C51	Componente de acción	Botón cancelar informe	
1.1.	Incitación	C00	N/A	Aplicación entera	
5.3.	Corrección de errores	C00	N/A	Aplicación entera	
5.1.	Protección de errores	C00	N/A	Aplicación entera	

TABLA 1. ANÁLISIS DE IMPRESIONES NEGATIVAS DEL INTERFAZ OBTENIDOS EN CUESTIONARIO

CRITERIO ERGONÓMICO		COMPONENTE/S AFECTADO/S		IMPRESIÓN NEGATIVA
5.3.	Corrección de errores	C101	No interfaz	Regla de negocio modificación informes Una vez guardada una exploración la aplicación ya no te deja modificarla
8.	Compatibilidad	C58	Componente de entrada	Conjunto de entradas de un informe No queda clara la diferencia entre validar y guardar Al rellenar exploraciones ha interpretado "Validar" como "Guardar Datos" siendo en realidad "Cerrar informe". Proponen poder guardar los datos sin tener que cerrar dicho informe
7.	Significado de los códigos	C35	Componente de acción	Botón Validar
5.1.	Protección de errores	C51	Componente de acción	Botón cancelar informe Al dar a cancelar se ha cancelado todo el informe
1.2.1.	Agrupación/Distinción por localización	C50	Componente de acción	Botón borrar nodo árbol Si añades un nódulo en la mama izquierda y te has equivocado, por ías ponerlo en la mama derecha, ¿se puede borrar?
1.2.1.	Agrupación/Distinción por localización	C50	Componente de acción	Botón borrar nodo árbol Muchos no han encontrado el botón de borrar un nódulo. Añadir nódulo está ubicado en la misma zona de los nódulos que acabas de crear y parece que los nódulos estén creados dentro de una carpeta, la última
1.2.1.	Agrupación/Distinción por localización	C49	Componente de acción	Botón agregar nodo árbol Había cancelado y he recuperado después los datos de la plantilla, el mensaje de esa ventana no es muy claro
5.2.	Calidad de los mensajes de error	C40	Contenedor	Mensaje reinicio plantilla Los botones de los calendarios no funcionan bien, pues ponían el valor seleccionado en el campo de fecha erróneo
5.1.	Protección de errores	C25	Componente de acción	Botón Calendario
5.1.	Protección de errores	C24	Componente de entrada	Campo de fecha genérico He puesto sólo el año, 2005 sin poner día ni mes y lo ha aceptado
5.1.	Protección de errores	C58	Componente de entrada	Conjunto de entradas de un informe Hay ciertos campos que aceptan valores que no deberían
3.	Control explícito del usuario	C56	Contenedor	Conjunto Entradas acerca de estudios de lesiones previos La correspondencia entre lesiones no está clara (parece que hace falta una identificación más significativa que dé seguridad al usuario)
2.1.2.	Número mínimo de acciones	C60	Componente de entrada	Campo medida Cuando una lesión está estable (p.ej. no ha crecido) desde el informe anterior se deberían poder aprovechar la medida anterior
1.3.	Información inmediata	C30	Componente de entrada	Conjunto componentes Localización El sincronismo entre el diagrama y los checkbox no funciona bien.
7.	Significado de los códigos	C31	Contenedor	Mapa Localización El nombre que se muestra en el mapa de imagen al pasar por encima es mama derecha en ambos
7.	Significado de los códigos	C59	Componente de acción	Botón agregar Realce no masa Revisar realce de resonancia.

TABLA 2. ANÁLISIS DE IMPRESIONES NEGATIVAS DE LA APLICACIÓN OBTENIDOS EN FOCUS GROUP

## 8.2.4 DOSSIER DE PRENSA Y DOCUMENTACIÓN

**Redacción Médica** Comunidad Valenciana Periódico crítico y defensor de los intereses morales y materiales de los profesores de las ciencias del curar (El Látigo Médico, 1859) Una publicación de **SANITARIA 33**

INICIO SANIDAD HOY EL TERMÓMETRO DOSSIER DE PRENSA AL DÍA EL BISTURÍ Hemeroteca Redacción Médica Ir

### EL HOSPITAL IMPLANTA UNA NOVEDOSA PLATAFORMA INFORMÁTICA Nuevo sistema para interrelacionar diagnósticos de cáncer de mama, en el Peset

Actualización: Lunes 15/11/2010 - 17:28

Está desarrollada por investigadores de la Politécnica de Valencia y por radiólogos y oncólogos del centro

#### Redacción. Valencia

Investigadores del Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M) de la Universidad Politécnica de Valencia, en colaboración con un equipo de radiólogos y oncólogos del Hospital Universitario Doctor Peset, han desarrollado una nueva plataforma informática que ayuda a obtener un diagnóstico más preciso y exacto de la situación de las mujeres con cáncer de mama. El prototipo de esta nueva aplicación está actualmente en proceso de implantación en el Hospital Universitario Doctor Peset.

La clave de este nuevo avance reside en la posibilidad de realizar el informe radiológico de cada una de las exploraciones a las que se somete una paciente de una forma en la que toda la información relevante está claramente identificada, estructurada en campos, jerarquizada conforme a relevancia y codificada para su uso clínico rápido.

Este nuevo informe caracteriza y define los valores de cada uno de los campos de los que se componen los informes de una forma conceptualmente lógica. Así, se genera una completa base de datos que sirve de referencia para ayudar a conseguir un mejor y más rápido diagnóstico en los nuevos casos de cáncer. Además,

gracias a la tecnología GRID, se pueden compartir todos los datos almacenados entre diferentes hospitales sin importar su localización geográfica, garantizando la seguridad y privacidad de las pacientes.

"Lo que hemos hecho ha sido desarrollar seis plantillas para todo el proceso de un estudio de cáncer de mama, desde el diagnóstico hasta todo el seguimiento tras el tratamiento. No hay una herramienta como esta que compare y permita el seguimiento", destaca Damià Segrelles, investigador del I3M de la Politécnica de Valencia.

Al tener los informes estructurados con una jerarquía y una información codificada, el sistema es capaz de interrelacionar todos los diagnósticos. Así, ante un nuevo caso de cáncer busca automáticamente casos similares y los compara entre sí, facilitando la valoración de la paciente por el especialista.

Gracias a los informes estructurados, que utilizan toda la potencia del sistema digital de información en radiología, se permite comparar campos de diferentes informes cuyo significado sea similar, frente a los informes en texto plano que se realizan en la actualidad, que imposibilitan en gran medida poder realizar búsquedas posteriores de una forma efectiva ya que dos diagnósticos iguales descritos en texto plano pueden ser expresados de forma diferente.

"En caso de duda, el médico puede comparar un nuevo caso con otros similares que haya identificado el sistema. En definitiva, el sistema ayuda a un buen diagnóstico, porque estructura mejor toda la información y, al no entrar en juego una valoración subjetiva, minimiza posibles errores" concluye Damià Segrelles.

El desarrollo de este nuevo sistema es fruto del trabajo conjunto realizado desde los laboratorios del I3M de la Universidad Politécnica de Valencia y el equipo médico del Hospital Universitario Doctor Peset, que estuvo liderado por el doctor Luis Martí Bonmatí, hasta hace unos meses Jefe de la Unidad de Resonancia Magnética del citado Hospital y actualmente director del área de imagen médica del Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia.

Este nuevo avance ha sido presentado en el marco de la II Jornada Hispano-Portuguesa Imagen y e-Ciencia en el cáncer de mama, celebrada hoy en la Ciudad Politécnica de la Innovación, parque científico de la Universidad Politécnica de Valencia



La doctora Rosana Medina, radióloga del Hospital Universitario Doctor Peset, y los investigadores del I3M de la UPV, Damià Segrelles y José Salavert.

Otras secciones

**Carta del Editor**  
José María Pino

**Por Ley**  
Ricardo De Lorenzo

Los debates de Redacción Médica

ENCUENTROS AUTONÓMICOS

CAFÉS REDACCIÓN

Tertulias político-sanitarias

# GACETA MÉDICA.com

viernes, 22 de junio de 2012

Buscar:

Portada En 10 minutos Opinión/Editorial Política Primaria Especializada Suplementos y Especiales Farmacia e Industria Hemeroteca

**Compartir**

Recomendar 0

Twitter 0

+1 0

Herramientas

Valorar [0]

Imprimir Enviar

**EDICIÓN VALENCIANA / Oncología/ Se trata de una aplicación Informática para gestionar mejor la enfermedad**

## Peset y UPV desarrollan un programa para tratar mejor el cáncer de mama

Imagenes



T. M. / VALENCIA

viernes, 19 de noviembre de 2010 / 18:41

**Aspiran a conseguir un mejor diagnóstico precoz en nuevos casos de cáncer**

El instituto de Instrumentación para la imagen molecular (I3M) de la Universidad Politécnica de Valencia en colaboración con radiólogos y oncólogos del Hospital Doctor Peset ha creado un prototipo que permite realizar informes estructurados en cáncer de mama. Se trata de un programa informático (Trencadis) que permite el manejo, almacenamiento y transmisión de imágenes médicas en formato Dicom (*digital imaging and communication in medicine*).

El programa, que está en desarrollo, crea una serie de plantillas estructuradas en variables para las distintas técnicas de imagen, exploración clínica y biopsia (pre y posquirúrgica) codificadas previamente según el sistema de clasificación usado en mama, de tal forma que se recoge toda la información sin dar lugar a segundas interpretaciones. En función de las variables recogidas el sistema es capaz de determinar la probabilidad de que la lesión sea maligna, es decir su BI-RADS. Posteriormente al codificar las variables de la biopsia de la lesión (pre y posquirúrgica) se obtiene el BI-RADS correspondiente así como el estadio de la enfermedad.

Para la doctora Rosana Medina, radióloga del Hospital Universitario Doctor Peset, "gracias a la estandarización de los informes, podemos hacer que la información sea más precisa y la comunicación más fluida entre profesionales". En palabras del investigador Damià Segrelles de la UPV "actualmente no hay una herramienta como ésta que compare y permita el seguimiento".

**Compartir datos**

Gracias a esta tecnología se pueden compartir todos los datos almacenados entre diferentes hospitales sin importar su localización geográfica, garantizando la seguridad y privacidad de las pacientes. Así, ante un nuevo caso de cáncer busca automáticamente casos similares y los compara entre sí, facilitando la valoración de la paciente por el especialista.

Con los informes estructurados, que utilizan toda la potencia del sistema digital de información en radiología, se permite comparar campos de diferentes informes cuyo significado sea similar, frente a los informes en texto plano que se realizan en la actualidad.

Los informes de texto plano imposibilitan en gran medida poder realizar búsquedas posteriores de una forma efectiva ya que dos diagnósticos iguales descritos en texto plano pueden ser expresados de forma diferente.

**Publicidad**

**FUNDACIÓN MAPFRE**

CONVOCATORIA DE AYUDAS A LA INVESTIGACIÓN Y BECAS 2012

www.fundacionmapfre.com

**Publicidad**

**NetSalud**

Faltaba algo por inventar en comunicación de sanidad

Descubra qué es Netsalud Haga click **AQUÍ**

**Suplementos y Especiales**

**Farmacia Hospitalaria**  
La SEFF ofrece su método para financiar fármacos

**Farr HOS**

**Responsabilidad Social Corporativa**  
La crisis no frena las políticas de RSC de las compañías

**RSC**

**Premios Best In Class (BIC)**  
Especiales publicados sobre los Premios Best In Class (bIC)

**Premios Be**

**Contenidos de Salud**  
**Gaceta Médica en Twitter**

**GM** GacetaMedicaCom Adelanto para twitteros: La opción de un paro médico nacional, cada vez más cerca | gacetamedica.com/articulo.aspx?... about 1 hour ago · reply · retweet · favorite

Join the conversation



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Nota de prensa

Valencia, 14 de noviembre de 2010

**Expertos de España y Portugal abordan en la Politécnica de Valencia los últimos avances en el uso de nuevas tecnologías para mejorar el diagnóstico, tratamiento y seguimiento del cáncer de mama**

- La Ciudad Politécnica de la Innovación acoge mañana lunes, 15 de noviembre, la II Jornada Hispano-Portuguesa de las Sociedades Radiológicas Española y Portuguesa, centrada este año en Imagen y e-Ciencia en el cáncer de mama.
- La jornada revisará el estado actual de la investigación sobre el cáncer de mama, y permitirá conocer colaboraciones entre ambos países
- **A las 10.30 horas habrá un encuentro con los medios de comunicación** en el que se abordará la incidencia actual del cáncer de mama en España y **se presentará además un nuevo sistema de ayuda al diagnóstico de cáncer de mama, desarrollado** por investigadores de la UPV y un equipo de radiólogos y oncólogos del Hospital Universitario Dr. Peset

La Ciudad Politécnica de la Innovación, parque científico de la Universidad Politécnica de Valencia, acogerá mañana lunes, 15 de noviembre, la II Jornada Hispano-Portuguesa Imagen y e-Ciencia en el cáncer de mama.

A lo largo de todo el día, destacados expertos tanto del ámbito médico como tecnológico procedentes de España y Portugal debatirán en torno al diagnóstico, tratamiento y seguimiento de esta patología, haciendo especial hincapié en el uso de las nuevas tecnologías.

La jornada revisará el estado actual de la investigación sobre el cáncer de mama, y permitirá conocer algunas colaboraciones existentes en este ámbito entre ambos países, como por ejemplo la creación de un repositorio de imágenes relacionadas con cáncer de mama, basado en tecnología GRID, para ayudar al diagnóstico y tratamiento clínico de esta patología

Además, se celebrarán dos sesiones paralelas, en las que se presentarán diferentes proyectos en el ámbito de la imagen y la aplicación de Tecnologías de la Información para el estudio de casos de cáncer de mama. En estas sesiones se abordará, por ejemplo, la importancia de las nuevas técnicas de Imagen Molecular para una detección precoz de la patología, los últimos avances en adquisición, procesado y tratamiento de imagen o la aportación del CAD en el diagnóstico clínico, entre otros temas.

Este encuentro pretende crear sinergias entre grupos españoles y portugueses para promover la colaboración en forma de proyectos, bases de conocimiento comunes y el intercambio de personal, recursos, herramientas y datos, todo ello con el objetivo de avanzar en la investigación sobre el cáncer de mama.

La Jornada está organizada por la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM), la *Sociedade*

UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Àrea de Comunicació

Edificio Nexus (6G), Camino de Vera, s/n - 46022 VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## Nota de prensa

*Portuguesa de Radiología e Medicina Nuclear (SPRMN)* y la Universidad Politécnica de Valencia, y cuenta con el apoyo de la Red Española de e-Ciencia. Se celebrará desde las 9 y hasta las 17.30 horas, en el Auditorio de la Ciudad Politécnica de la Innovación (Cubo Azul CPI; acceso N o acceso por ascensor panorámico).

### Encuentro con los medios de comunicación

A las **10.30 horas**, en el mismo Auditorio de la CPI, habrá un **encuentro con los medios de comunicación** en el que **se presentará un nuevo sistema de ayuda al diagnóstico de cáncer de mama** desarrollado por investigadores del Instituto de Instrumentación para Imagen Molecular (I3M) de la Universidad Politécnica de Valencia, en colaboración con un equipo de radiólogos y oncólogos del Hospital Universitario Dr. Peset - liderado por el doctor Luis Martí Bonmatí, hasta hace unos meses Jefe de la Unidad de Resonancia Magnética del Hospital Dr. Peset y actualmente director del área de imagen médica del Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia.

En el encuentro estarán presentes los investigadores del Instituto I3M de la UPV, Vicente Hernández, Damià Segrelles e Ignacio Blanquer, la radióloga del Hospital Universitario Dr. Peset, Rosana Medina y el doctor Luis Martí Bonmatí.

Durante la atención a los medios abordarán además la incidencia actual del cáncer de mama en España y los últimos hitos tecnológicos para su diagnóstico.

#### Datos de contacto:

Luis Zurano Conches  
Unidad de Comunicación Científica e Innovación  
Universidad Politécnica de Valencia  
Móvil: 647 422 347

#### Anexos:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

#### Área de Comunicación

Edificio Nexus (6G), Camino de Vera, s/n - 46022 VALENCIA