

**PLM COMO ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN
PROYECTOS DE DISEÑO
ESTUDIO DE CASO DE LA EDIUIS**

OSCAR ERNESTO CABALLERO PÉREZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2016**

**PLM COMO ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN
PROYECTOS DE DISEÑO
ESTUDIO DE CASO DE LA EDIUIS**

OSCAR ERNESTO CABALLERO PÉREZ

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Diseñador Industrial**

**Director
JAVIER M. MARTINEZ GOMEZ
MAGISTER EN INFORMÁTICA
PhD SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2016**

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. SITUACIÓN DE ESTUDIO.....	19
1.1 CONTEXTOS QUE ORIGINAN LA SITUACIÓN DE ESTUDIO.....	19
1.2 MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL	20
1.3 ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN DE ESTUDIO	22
1.4 ALCANCES.....	25
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	26
1.6 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA QUE PERMITE ABORDAR LA SITUACIÓN DE ESTUDIO.....	26
1.7 OBJETIVOS.....	27
1.7.1 Objetivo general.....	27
1.7.2 Objetivos específicos	27
1.8 METODOLOGÍA	27
1.8.1 Tipo de estudio	27
1.8.2 Sujetos	28
1.8.3 Instrumentos o técnicas de recopilación de datos	28
1.8.4 Productos esperados del trabajo de diseño	30
2. NECESIDADES DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN	31
2.1 CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO	31
2.2 FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO	31
2.3 GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN PROYECTOS DESARROLLADOS EN LA EDIUIS.....	35
3. ESTUDIO DE CAPACIDAD Y MADUREZ PARA IMPLEMENTAR ESTRATEGIA PLM EN LA EDIUIS.....	41
3.1 METODOLOGÍA	41
3.2 GESTIÓN EDUCATIVA	42
3.3 GESTIÓN DE PRODUCTO	44
3.4 GESTIÓN DEL PROYECTO.....	48
3.5 COLABORACIÓN E INTEGRACIÓN.....	50
3.6 CÁLCULO DE GESTIÓN	55
3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	56
4. PROCESOS DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN	58
4.1 INTRODUCCIÓN AL MODELO DE VISUALIZACIÓN	58
4.2 CONCEPTOS CLAVES DEL MV PLM PARA LA EDIUIS.....	60
4.2.1 Áreas de proceso.....	60
4.2.2 Flujos de trabajo	63
4.2.3 Diagrama de descomposición.....	64
4.2.4 Rol	65
4.2.5 Habilidades	66

4.2.6 Herramientas	66
4.2.7 Ítems	66
4.2.8 Actividades.....	66
4.2.9 Trazabilidad	67
4.3 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE PROCESO DEL MV PLM EDIUIS.....	67
4.3.1 Gestión de configuración y cambios	67
4.3.2 Gestión de proyectos	73
4.3.3 Gestión de requerimientos	77
4.3.4 Diseño de producto	90
4.3.5 Simulación de Producto	106
4.3.6 Gestión de marketing.....	111
4.3.7 Gestión de sostenibilidad.....	116
5. SELECCIÓN E IMPLANTACIÓN DEL AMBIENTE PLM	119
5.1 MERCADO PLM	119
5.2 ARAS INNOVATOR.....	122
5.3 IMPLANTACIÓN DE ARAS INNOVATOR	124
6. ESTUDIO DE CASO	125
6.1 METODOLOGÍA	125
6.2 POP: JUEGO DE MESA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL	125
6.3 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PLM ARAS INNOVATOR.....	127
6.4 SERVIDOR PRINCIPAL DE ARAS INNOVATOR	128
6.5 CLIENTE DE ARAS INNOVATOR.....	144
6.6 CONFIGURACIÓN DEL AMBIENTE PLM PARA ESTUDIO DE CASO: POP	150
6.7 PLANTILLAS DE PROYECTO EN ARAS INNOVATOR.....	151
6.8 PROYECTO: POP (ESTUDIO DE CASO).....	162
6.9 DESARROLLO DE POP (ESTUDIO DE CASO).....	169
7. CONCLUSIONES	216
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	219
BIBLIOGRAFÍA.....	222

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados gestión educativa	56
Tabla 2. Resultados gestión de producto.....	56
Tabla 3. Resultados gestión del proyecto	57
Tabla 4. Resultados colaboración e integración	57
Tabla 5. Resultados gestión del ciclo de vida	57

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Gestión de información para la asignatura Diseño VI - Bioenergía.....	36
Cuadro 2. Gestión de información para la asignatura Diseño VII - Producto.....	37
Cuadro 3. Gestión de información para la asignatura Diseño VIII - Interdisciplinar.....	38
Cuadro 4. Estrategia de Diseño.....	42
Cuadro 5. Gestión del equipo de diseño.....	43
Cuadro 6. Sistemas de información integrados.....	44
Cuadro 7. Gestión del conocimiento.....	44
Cuadro 8. Alcance del ciclo de vida.....	45
Cuadro 9. Centralización de datos.....	46
Cuadro 10. Gestión de listas de materiales (BOM).....	46
Cuadro 11. Gestión de archivos CAD.....	47
Cuadro 12. Control de proyectos.....	48
Cuadro 13. Gestión documental de proyectos.....	49
Cuadro 14. Reutilización de datos.....	50
Cuadro 15. Comunicaciones internas.....	50
Cuadro 16. Comunicaciones externas.....	52
Cuadro 17. Trabajo en equipo.....	53
Cuadro 18. Proceso de fabricación.....	54
Cuadro 19. Gestión de configuración y cambios de ingeniería.....	55
Cuadro 20. Niveles de gestión de procesos en la EDIUIS.....	55
Cuadro 21. Resultados de gestión de procesos.....	55
Cuadro 22. Puntaje de cada nivel de gestión de procesos en la EDIUIS.....	56
Cuadro 23. Términos de flujo de trabajo PR.....	69
Cuadro 24. Términos de flujo de trabajo ECR.....	71
Cuadro 25. Términos de flujo de trabajo ECN.....	72
Cuadro 26. Identidad administrador.....	74
Cuadro 27. Identidad docente.....	74
Cuadro 28. Identidad estudiante.....	74
Cuadro 29. Vendedores PLM, soluciones y servicios.....	121
Cuadro 30. Capacidades del PLM.....	123
Cuadro 31. Capacidades del PDM.....	124
Cuadro 32. Capacidades de la Plataforma.....	124
Cuadro 33. Plataforma.....	128
Cuadro 34. Configuración.....	128
Cuadro 35. Configuración de la Red.....	128
Cuadro 36. Plataforma y Configuración.....	129
Cuadro 37. Software VMM.....	129
Cuadro 38. Plataforma.....	129
Cuadro 39. Configuración.....	130
Cuadro 40. Configuración de la Red.....	130

Cuadro 41. Datos de Máquina Virtual del Servidor	130
Cuadro 42. Cliente	144
Cuadro 43. Configuración	144
Cuadro 44. Cuadro de Máquinas Cliente Asociadas a Cada Identidad	149
Cuadro 45. Cliente VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM]	150
Cuadro 46. Configuración VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM].....	150
Cuadro 47. Cliente MAC02, MAC09, MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac].....	150
Cuadro 48. Configuración MAC02, MAC09, MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac]	150
Cuadro 49. Permisos de cada rol en el ambiente PLM.....	154
Cuadro 50. Roles de Plantilla Estudio de Caso POP.....	154
Cuadro 51. Identidades de Usuario e Identidades Grupales	163
Cuadro 52. Configuración de identidades.....	166

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Descripción Gráfica del MV PLM Diseñado para la EDIUIS	58
Figura 2. Panorama general del MV PLM para la EDIUIS	59
Figura 3. Áreas de Proceso del MV PLM EDIUIS	60
Figura 4. Representación Gráfica de los Flujos de Trabajo del MV PLM EDIUIS..	63
Figura 5. Representación gráfica de un DD en el MV PLM EDIUIS.....	65
Figura 6. Representación gráfica de un rol y su relación con elementos dentro de un DD.....	66
Figura 7. Flujo de trabajo PR	68
Figura 8. Flujo de trabajo ECR.....	71
Figura 9. Flujo de trabajo ECN.....	72
Figura 10. Identidades e ítems de entrada del DD - Gestión de Proyectos	75
Figura 11. Actividades e ítems de salida del DD - Gestión de Proyectos	76
Figura 12. Flujo de Trabajo de Gestión de Requerimientos.....	79
Figura 13. DD - Planeación de Producto	80
Figura 14. DD - Necesidades del Usuario.....	82
Figura 15. DD - Definición Requerimientos de Producto	85
Figura 16. DD - Alcance de Producto	87
Figura 17. DD - Gestión de Cambio de Requerimientos.....	89
Figura 18. Flujo de trabajo de Diseño de Producto.....	91
Figura 19. DD - Definición de Tareas.....	92
Figura 20. DD - Diseño de concepto.....	94
Figura 21. DD - Modelado de concepto	97
Figura 22. DD - Diseño de Detalle	100
Figura 23. DD - Manufactura de Modelo Final	104
Figura 24. Flujo de trabajo de Simulación de Producto	107
Figura 25. DD - Diseñar y Preparar Simulación	107
Figura 26. DD - Realizar Simulación.....	109
Figura 27. DD - Analizar Simulación	110
Figura 29. Flujo de trabajo GM	112
Figura 30. DD - Gestión Requerimientos de Marketing	112
Figura 31. DD - Sustentación de Proyecto.....	115
Figura 32. DD - Gestión Requerimientos de Sostenibilidad.....	117
Figura 33. Enfoque PLM Flexible.....	122
Figura 34. Componentes de Aras Innovator	127
Figura 35. Flujo de Trabajo Reporte de un Problema (PR).....	156
Figura 36. Flujo de Trabajo Petición de Cambio de Ingeniería (ECR)	156
Figura 37. Flujo de Trabajo Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN)	156
Figura 38. Flujo de Trabajo Diseño de Producto (DP)	157
Figura 39. Flujo de Trabajo Simulación de Producto (SP)	157

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1. Modelo icónico inicial de POP.....	126
Imagen 2. Modelo icónico final de POP.....	126
Imagen 3. Panel Principal VirtualBox con Máquina Virtual VM-PLM.....	130
Imagen 4. Ventana Administrador del Servidor con Instalación IIS.....	131
Imagen 5. Panel Principal del Administrador de Configuración de SQL Server..	132
Imagen 6. Panel Principal del Estudio de Gestión de SQL Server.....	133
Imagen 7. Ventana de Seguridad en las Propiedades del Servidor.....	133
Imagen 8. Panel del Símbolo del Sistema con la configuración IP y MAC Address.....	134
Imagen 9. Registro de cuenta en la Página de Aras Innovator.....	135
Imagen 10. Pantalla inicial del proceso de instalación.....	136
Imagen 11. Términos del contrato.....	136
Imagen 12. Pre-requisitos.....	137
Imagen 13. Destination Folder.....	137
Imagen 14. Setup Type.....	138
Imagen 15. License Configuration.....	138
Imagen 16. Web alias.....	139
Imagen 17. STMP Server.....	139
Imagen 18. Languages Configuration.....	140
Imagen 19. Vault Server: Default.....	141
Imagen 20. Conversion Server Name.....	141
Imagen 21. Configure Database.....	142
Imagen 22. Ready to install the Program: Install.....	143
Imagen 23. InstallShield Wizard Completed: Finish.....	143
Imagen 25. Install Maintenance Service.....	145
Imagen 26. No comprobar actualizaciones.....	146
Imagen 27. Extensión ArasFirefoxExtension.....	147
Imagen 28. Instalación de la extensión ArasFirefoxExtension.....	147
Imagen 29. Acceso a Aras Innovator.....	148
Imagen 30. Panel principal de Aras Innovator con acceso de Administrador. ...	148
Imagen 31. Ventana de Zona de Tiempo Corporativa.....	149
Imagen 32. Plantilla MV PLM EDIUIS.....	152
Imagen 33. Plantilla Estudio de Caso POP.....	152
Imagen 34. Gestión de Requerimientos en Plantilla MV PLM EDIUIS.....	155
Imagen 35. Árbol de Proyecto.....	157
Imagen 36. WBS Element.....	158
Imagen 37. Actividades.....	158
Imagen 38. Ventana con Actividades con Casillas Attach Type y Attach Required.....	159
Imagen 39. Actividades con Casillas Lead Role.....	160
Imagen 40. Tareas a Desarrollar Dentro de Actividad Review ECR.....	160

Imagen 41. Milestones.....	161
Imagen 42. Ventana con Actividades y Dependencias	161
Imagen 43. Duración de Actividades	162
Imagen 44. Proyecto POP (Estudio de Caso).....	164
Imagen 45. Asignación de Criterios para el Proyecto POP (Estudio de Caso) ...	164
Imagen 46. Asignación de roles a identidades	165
Imagen 47. Programación de Proyecto POP (Estudio de Caso)	167
Imagen 48. Ventana de Promoción de Estado del Proyecto.....	168
Imagen 49. Actualización de Proyecto.....	168
Imagen 50. Proyecto Actualizado	169
Imagen 51. In Basket de la Identidad Estudiante MAC09.....	169
Imagen 52. Ventana Activity Completion Form.....	170
Imagen 53. Ventana Select Item Type.....	171
Imagen 54. Ventana de Creación de Documentos	171
Imagen 55. Ventana Activity Completion Form.....	173
Imagen 56. Sección Assignments.....	173
Imagen 57. Conceptos POP	174
Imagen 58. Área de Proceso Simulación de Conceptos.....	174
Imagen 59. Avance del proyecto POP (Estudio de Caso)	175
Imagen 60. Análisis de Documentos por parte de Docente MAC02 en Milestone	176
Imagen 61. Ítem Documento creado por Docente MAC02 en Milestone	176
Imagen 62. Área de Simulación de Concepto completada	177
Imagen 63. Flujo de Trabajo del Área de Proceso Diseño de Producto (DP)	177
Imagen 64. Desarrollo del Área de Diseño de Producto en Proyecto POP	178
Imagen 65. Creación de un Nuevo Ítem Documento CAD.....	178
Imagen 66. CAD Documents Creados en el Proyecto POP	180
Imagen 67. Creación de Ítem Part	181
Imagen 68. Ítems en la Sección CAD Documents	182
Imagen 69. Partes del Proyecto POP	183
Imagen 70. POP Ensamble y su Sección BOM	184
Imagen 71. POP Ensamble y su Sección BOM Structure.....	185
Imagen 72. Ítems Asociados a Actividad 08. Lista de Materiales	186
Imagen 73. Desarrollo proyecto POP (Estudio de Caso).....	186
Imagen 74. Documentos de Actividad Milestone 27. Aprobar Simulación de Modelado.....	187
Imagen 75. Actividad Milestone 27. Aprobación Simulación de Modelado	188
Imagen 76. Nuevo PR.....	189
Imagen 77. Ventana de PR.....	189
Imagen 78. Flujo de Trabajo de un PR	191
Imagen 79. In Basket de Actividades.....	191
Imagen 80. Ventana Actividad de Revisión de PR.....	192
Imagen 81. Ventana Actividad de Verificación de PR.....	193
Imagen 82. Ventana Actividad de Aprobación de PR	193
Imagen 83. Ventana de ECR	194

Imagen 84. Flujo de Trabajo ECR en Aras Innovator	196
Imagen 85. Actividad Review ECR	196
Imagen 86. Actividad Technical Review	197
Imagen 87. Actividad Technical Review Completa por Estudiante MAC13	197
Imagen 88. Actualización de ECR por parte de Estudiante MAC13	198
Imagen 89. Actividad Route ECR	198
Imagen 90. Actividad Disposition ECR	199
Imagen 91. Nuevo ECN	199
Imagen 92. Ventana ECN	200
Imagen 93. Ítems Del Proyecto POP Asociados Al ECN	201
Imagen 94. Flujo De Trabajo ECN	202
Imagen 95. Actividad Submit ECN	202
Imagen 96. Asociación de Ítems al ECN	203
Imagen 97. Actividad ECN Planning	203
Imagen 98. Sección Affected Items dentro del ECN	204
Imagen 99. Actividad Update Documents	205
Imagen 100. Edición de Ítems Afectados por el ECN	205
Imagen 101. Ítem POP-05 Actualizado	206
Imagen 102. Ítem POP-05 Actualizado	206
Imagen 103. Actividad Review Documents	207
Imagen 104. Ítem Part POP-1000 Actualizado	207
Imagen 105. Status Released del ECN	208
Imagen 106. Ítems CAD Document Afectados por Área De Proceso CCM	208
Imagen 107. Ítems Part Afectados por Área de Proceso CCM	209
Imagen 108. Historial de Partes y Versiones Ítem Part POP-100	209
Imagen 109. Avance del Proyecto POP (Estudio de Caso)	210
Imagen 110. Avance de Actividades del Árbol de Proyecto	210
Imagen 111. Aprobación de Simulación de Diseño de Detalle por Docente MAC02	211
Imagen 112. Ítems Derivables en la Actividad 11. Especificación de Manufactura	211
Imagen 113. Aprobación de Diseño de Detalle por Docente MAC02	212
Imagen 114. Ítems de Actividad 13. Plan de Manufactura	212
Imagen 115. Ítems de Actividad 15. Desarrollo Plan de Manufactura	213
Imagen 116. Desarrollo del 100% del Proyecto POP (Estudio de Caso)	213
Imagen 117. Ítems Document Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)	214
Imagen 118. Ítems CAD Document Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)	214
Imagen 119. Ítems Part Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)	215

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Total de actividades a desarrollar en talleres de diseño.....	39
Gráfica 2. Actividades a realizar por asignatura en cada fase del ciclo de vida del producto	39
Gráfica 3. Estimación de ingresos de aplicaciones PLM (En billones de dólares).....	120
Gráfica 4. Ingresos de licencias PLM por segmento de aplicaciones, 2007	120

RESUMEN

TÍTULO: PLM COMO ESTRATEGIA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN PROYECTOS DE DISEÑO. ESTUDIO DE CASO DE LA EDIUIS.*

AUTOR: OSCAR ERNESTO CABALLERO PÉREZ**

PALABRAS CLAVES: Gestión del ciclo de vida de productos, Estrategia PLM, Procesos de Diseño, Formación Estudiantil, EDIUIS.

DESCRIPCIÓN

La gestión del ciclo de vida de un producto, o Product Lifecycle Management (PLM), es una estrategia que permite tanto a empresas como instituciones educativas gestionar toda la información generada en las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto de manera organizada, centralizada y accesible, dando apoyo y optimizando los procesos de diseño, manufactura, comercialización y disposición de productos, así como facilitar el trabajo colaborativo entre los diferentes equipos de trabajo.

Los proyectos de diseño de la EDIUIS generan información del ciclo de vida de un producto que necesita ser gestionada para garantizar la integridad de sus procesos, pero las herramientas y procesos empleados actualmente en el desarrollo proyectual limitan la gestión de información y el trabajo colaborativo. De esta forma una estrategia PLM se postula como un sistema factible para facilitar el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes, fortaleciendo las competencias de los estudiantes en el desarrollo de proyectos de diseño, facilitando su desarrollo, y permite al personal docente usar la estrategia como herramienta en la formación, seguimiento y control del desarrollo educativo de los estudiantes.

Para la estrategia PLM se realizó un estudio de necesidades de gestión de información en los proyectos de diseño de la EDIUIS, el análisis de la capacidad y madurez de la escuela para la implantación de una estrategia PLM, el establecimiento de procesos de gestión de información necesarios para un adecuado desarrollo de proyectos y la implantación de un entorno virtual que facilitó la estrategia PLM. Finalmente se valoró la factibilidad de la estrategia PLM a través de un caso estudio académico dentro de la escuela.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: PhD JAVIER M. MARTINEZ GOMEZ

ABSTRACT

TITLE: PLM STRATEGY FOR INFORMATION MANAGEMENT IN DESIGN PROJECTS. AN EDIUIS CASE STUDY^{*}

AUTHOR: OSCAR ERNESTO CABALLERO PÉREZ^{}**

KEY WORDS: Product lifecycle management, PLM strategy, Design processes, Student's formation, EDIUIS

DESCRIPCIÓN

Product lifecycle management (PLM) is a strategy that allows both enterprises and educative institutions to manage all information generated in different stages of a product lifecycle in an organized, centralized and accessible way, giving support and optimizing design processes, commercialization and product disposition, as to ease collaborative work between work teams.

EDIUIS's design projects generate product lifecycle information that needs to be managed in order to guarantee Process integrity, but the tools and processes used in EDIUIS's industrial design development restrict collaborative work and information management. A PLM strategy is then nominated as a feasible system to ease collaborative work between teachers and students, strengthening student's capabilities in design project development, optimizing that development, and allowing teachers to use this strategy as an educational tool to mold, follow and control student's educative development.

The PLM strategy proposed in this project performed an information management needs assessment in EDIUIS's design projects, a capability and maturity analysis to implant an EDIUIS PLM strategy, the establishment of the information management processes needed to a suitable project development and the implant of a virtual environment that eased the PLM strategy. Finally the feasibility of the PLM strategy was assessed through an academic case study.

^{*} Work degree

^{**} Physical Faculty of Mechanical Engineering . School of Industrial Design. Director: M. MARTINEZ JAVIER GOMEZ PhD

INTRODUCCIÓN

La escuela de diseño industrial en la Universidad Industrial de Santander moldea y desarrolla habilidades en sus estudiantes para afrontar los retos de diseño dentro de la industria de manufactura local en Colombia, a través de distintas metodologías, sistemas de diseño y desarrollo de productos, sirviendo como una plataforma ideal para la formación de profesionales capaces de afrontar retos de los procesos ingenieriles contemporáneos.

Estas metodologías y procesos enfocados a proyectos de diseño abarcan aspectos importantes tales como la identificación de las necesidades dentro de los grupos objetivos para el proceso de diseño, definición de requerimientos en los proyectos para su desarrollo, diseño de producto y gestión del mismo en su concepción e ideación a través de los cuales se configuran cambios del producto para su producción final.

Durante la aplicación de metodologías y procesos empleados en el desarrollo de proyectos de diseño en la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander (EDIUIS), se genera gran cantidad de información en cada etapa del ciclo de vida la cual es gestionada y procesada de manera descentralizada y a conveniencia de cada diseñador, la cual es almacenada generalmente en libros de bocetos, hojas de cálculo y diseño asistido por computadora (CAD). Este manejo descentralizado e individual de información limita el flujo de trabajo en el desarrollo de proyectos de acuerdo a la cantidad de información asequible por cada individuo.

A través de los años distintas compañías en la industria de la manufactura han llevado la pauta en la implantación de tecnologías innovadoras que permitan aumentar su eficacia productiva, y dada la necesidad de facilitar el trabajo colaborativo y la eficiencia en este sector, se han enfocado esfuerzos para centralizar y organizar la información en un sistema común accesible por distintos equipos de trabajo. De estos esfuerzos surgen sistemas de gestión de información de productos, los cuales han impactado positivamente la producción de bienes y servicios. De estos sistemas de gestión de información surge el acrónimo inglés PLM, el cual hace referencia a Product Lifecycle Management, que traduce a la gestión del ciclo de vida del producto. Este término representa una metodología apoyada por soluciones informáticas que dan apoyo a la gestión de información y procesos de un producto.

Con estas siglas se hace referencia a aquellas soluciones informáticas de ayuda a la gestión del producto, desde su fase inicial de definición estratégica de producto, pasando por el diseño de concepto, el diseño de detalle, la ingeniería de producto, y la producción hasta su comercialización y posterior mantenimiento en los casos que se aplique [1].

Esta metodología empresarial se ha implementado en varios sectores de la industria, validando beneficios agregados en distintas etapas productivas.

Desde usuarios que necesitan de información necesaria de un producto y pueden encontrar en las bases de datos del sistema PLM, pasando por un aumento en el trabajo colaborativo entre los diferentes grupos de trabajo y outsourcing de las empresas, hasta beneficios al producto o servicio como la reutilización de información y listas de materiales disponibles por la compañía de antiguos desarrollos para ser usados en nuevos proyectos, acortamiento en los plazos de entrega de productos, entre otros [1].

La gestión del ciclo de vida de producto (PLM) es una estrategia creada para brindar facilidad en la gestión de la información generada por los diferentes procesos en cada etapa del ciclo de vida de un producto, que permite agilizar la creación de productos y por tanto el proceso de diseño. La información que puede ser gestionada por una estrategia PLM abarca desde gestores de datos con acceso compartido (PDM), hasta modelos de gestión de ciclos de vida de productos (PLM), los cuales están conformados en gran medida por modelos de negocio empresariales, listas de materiales dentro de cada etapa del producto (BOM) las cuales son administradas junto a información detallada de diseño como archivos de diseño, ingeniería y manufactura producidos por computadora respectivamente (CAD, CAE y CAM) [2].

De esta manera y en aras de promover el trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes, y aumentando la calidad en el desarrollo de proyectos de diseño durante este proceso, la implantación de un sistema PLM se presenta como una estrategia lógica para la gestión de información de manera más eficiente, centralizada, coherente y accesible en los proyectos de diseño de la EDIUIS. Como consecuencia de esta metodología se pueden fortalecer las competencias de futuros diseñadores industriales al afrontar los desafíos de la ingeniería de manufactura en el mercado local mediante esta estrategia innovadora.

1. SITUACIÓN DE ESTUDIO

1.1 CONTEXTOS QUE ORIGINAN LA SITUACIÓN DE ESTUDIO

Actualmente la EDIUIS forma competencias en sus estudiantes a través de distintas asignaturas y grupos de trabajo. Estos grupos de trabajo fomentan el aprendizaje de conceptos de diseño a través de metodologías de enseñanza claras enmarcadas dentro de la conceptualización, diseño y producción del ciclo de vida de productos.

Durante el desarrollo de dichas metodologías educativas enfocadas al diseño de productos, se produce una gran cantidad de información, la cual es gestionada por los grupos de trabajo de manera descentralizada y desorganizada, utilizando herramientas diversas para preservar dicha información tales como libros de bocetos, software computacional especializado en el diseño de productos (CAD) y sistemas de gestión de archivos básicos y no especializados en la gestión de archivos de diseño. A pesar de los métodos ya existentes para preservar la información generada en los procesos de diseño, la escuela de diseño industrial no cuenta con un sistema diseñado de acuerdo a las necesidades de la misma, y que permita centralizar e integrar la información técnica generada durante estas fases de ideación, definición, y materialización de productos. Con un sistema de gestión de información diseñado específicamente para el diseño de productos, esta información podría ser gestionada de manera clara, directa y coherente entre los distintos grupos docentes y estudiantiles.

La gestión del ciclo de vida de un producto (PLM) es una estrategia de negocios implementada en distintas industrias de manufactura en el mundo con la finalidad de gestionar de forma eficiente toda la información generada en el ciclo de vida de un producto, incrementando la eficiencia en el trabajo colaborativo, ofreciendo un mayor control en el ciclo de vida de un producto y facilitando el acceso de la información a los diferentes grupos de trabajo existentes. Se trata pues, de una estrategia encaminada a dotar de agilidad y flexibilidad al proceso de creación de producto que ayuda a las empresas a ofrecer productos y servicios de más calidad y mayor innovación, además de reducir los costes y el tiempo de salida al mercado, y contribuye a mejorar las relaciones colaborativas con clientes, suministradores y socios [1].

Con la finalidad de aumentar el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes de la EDIUIS, y aumentar la calidad en el desarrollo de los proyectos de diseño, fortaleciendo las competencias de los estudiantes en este proceso se propone implantar un ambiente PLM como estrategia educativa que permita el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes en los procesos de diseño al igual que el aumento del control y facilidad de formación por parte de los docentes a los estudiantes en este campo.

1.2 MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL

El diseño de producto ha evolucionado desde tiempos de bocetación a mano alzada en papel y verificación mecánica a través de análisis matemáticos para su producción a complejos procesos de diseño asistidos por computadora con amplias bases de datos referente al diseño de detalle, ingeniería y manufactura, suministrando dicha información generada a distintos grupos de trabajo alrededor del mundo encargados de áreas específicas y flujos de trabajo determinados dentro del ciclo de vida de un producto. Esta evolución en el proceso de diseño se debe a los avances computacionales, tecnologías de información y comunicación (TIC) las cuales facilitan el almacenamiento de información y su difusión por medios variados.

Debido a la necesidad de la industria de manufactura y diversos proyectos empresariales de generar y administrar procesos cada vez más complejos las tecnologías de información y comunicación han evolucionado de forma intrínseca para dar solución a dichas necesidades tales como máquinas y sistemas virtuales operativos con alto grado de complejidad, brindando herramientas especializadas que faciliten la gestión de procesos industriales. En la medida en que dichos procesos industriales se han tecnificado se han eliminado paulatinamente barreras físicas y tecnológicas que han permitido un incremento en la producción industrial en general y la adopción de dichos procesos y tecnologías de manera globalizada. Gracias al avance global de procesos y tecnologías, la industria ha enfocado sus recursos en mejorar procesos de diseño, ideación, definición, optimización, validación y producción de productos mediante herramientas de desarrollo digital de un producto (DPD). El desarrollo digital de un producto aglomera un conjunto de actividades de prototipado digital entre las cuales se encuentran el diseño asistido por computadora (CAD), ingeniería asistida por computadora (CAE), manufactura asistida por computadora (CAM), renderizado 3D, entre otros. De igual manera se han desarrollado distintos procesos empresariales como la gestión de la cadena de suministro (SCM), gestión de relación con el cliente (CRM), gestión de capital humano (HCM), entre otros procesos. Una vez establecidas estas actividades dentro de la industria para la gestión de empresas y procesos productivos de manera eficiente y eficaz, teniendo como objetivo una alta productividad, asegurando la competitividad en el mercado y amplios márgenes de ganancias, la industria ve la necesidad de gestionar toda la información generada dentro de estos procesos de manera centralizada, accesible y segura. Es aquí donde surge la Gestión del ciclo de vida de un producto o Product Lifecycle management (PLM).

De acuerdo con CIMdata [3], un PLM es: *“Un planteamiento estratégico de negocio consistente en la aplicación de un conjunto de soluciones para apoyar la acción colaborativa a todo lo largo y ancho de la actividad de la empresa en la creación, gestión, difusión y utilización de información para la definición del*

producto desde su concepción hasta el final de su vida, lo que comporta la integración de personas, procesos, sistemas de negocio e información”

Se trata pues, de una estrategia encaminada a dotar de agilidad y flexibilidad al proceso de creación de producto que ayuda a las empresas a ofrecer productos y servicios de más calidad y mayor innovación, además de reducir los costes y el tiempo de salida al mercado, contribuyendo a mejorar las relaciones colaborativas con clientes, suministradores y socios [1].

Según John Stark en su libro *Gestión del Ciclo de Vida del producto: Paradigma del Siglo 21 para la Realización de Productos [4]*, Las compañías pueden implementar un PLM en la búsqueda de oportunidades y beneficios clasificados en 3 niveles distintos:

- **Nivel Estratégico:** Cuyo objetivo es el desarrollo y soporte de productos y servicios de manera que superen la competencia.
- **Nivel Táctico:** Enfocado en el mejoramiento de procesos y alcanzar ventajas de reducción de tiempos de producción.
- **Nivel operacional:** Enfocados en la eficiencia.

De acuerdo con PRODINTEC, en su *herramienta de apoyo a la gestión del ciclo de vida del producto [1]*, Entre los beneficios en los 3 niveles anteriormente mencionados se encuentran:

Nivel Estratégico:

- Aumenta la velocidad de desarrollo del negocio y la respuesta a los cambios del mercado
- Fomenta la innovación, predictibilidad, flexibilidad y una mejor gestión de información
- Retorno de la inversión (ROI) Acelerado
- Facilita mejoras al producto en etapas tempranas de diseño
- Disminuye tiempos de entrega
- Aumenta la complejidad del producto de forma controlada
- Facilita la extensión de la cartera de productos

Nivel Táctico:

- Disminución de costes de producción gracias a un acceso preciso a la información
- Aumento de la calidad del producto o servicio
- Elimina barreras geográficas en el trabajo colaborativo
- Reutilización de componentes, diseños y procesos
- Consolida conocimiento en la organización tanto de datos como de procesos
- Aumenta la seguridad y protección de la información
- Reducción en ejecución de tareas administrativas

- Gestión eficiente de datos de producto durante todo su ciclo de vida
- Reducción de tiempos de producción

Nivel Estratégico:

- Facilita la subcontratación y participación de proveedores en los procesos
- Acceso centralizado a todos los datos
- Relación entre personas, datos y procesos en un sistema virtual
- Reducción de piezas y recambios obsoletos
- Gestión de datos de producto, versiones y configuraciones
- Gestión automatizada de flujos de trabajo (Workflow) y cambios

Para que una estrategia PLM logre todos estos beneficios en una empresa u organización, es necesario contar con un sistema de software que permita gestionar toda la información generada durante el ciclo de vida de manera eficiente y centralizada, esto es posible gracias a un Gestor de Datos de Producto o Product Data Management (PDM). Junto a estos gestores de datos, con una estrategia PLM es posible asociar una gran cantidad de información en bases de datos, en donde se puedan relacionar partes, componentes mecánicos, documentos CAD, simulaciones, materiales a emplear entre sí, y agruparse de acuerdo a distintos productos en desarrollo en cualquier empresa u organización. De igual forma un PLM permite controlar dicha información y el proceso por el cual esta información es generada, siguiendo flujos de trabajo que permiten a ingenieros, diseñadores, y jefes de área tener un control más preciso del desarrollo de productos. Cada integrante o equipo de trabajo dentro de un PLM se encarga de realizar determinadas actividades para generar determinados documentos e información, estas actividades y documentos de información se agrupan en flujos de trabajo. Estos flujos de trabajo conforman las distintas áreas de desarrollo de producto, tales como la Gestión de Proyectos, Diseño de producto, Marketing, entre otras, las cuales interactúan entre sí a través de los documentos generados, necesarios para el avance del proyecto.

De acuerdo con Javier Martínez en su Modelo de Visualización para PLM [5], *“Si una organización planea implantar un modelo PLM, primero debe pensar en el modelado de sus propios procesos y entender el núcleo de su negocio para luego hacer posible la implementación y el monitoreo de esta estrategia.”*

1.3 ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN DE ESTUDIO

En el mundo productivo actual el empleo de herramientas y sistemas PLM que permitan gestionar información referente a procesos dentro de una línea de producción de productos son de vital importancia dada la necesidad de las compañías manufactureras de conseguir mejores tiempos de lanzamiento al mercado de dichos productos y mejorar la calidad de los mismos sin comprometer e incrementar sus gastos operacionales, pero la importancia de esos sistemas de

gestión de ciclos de vida de productos se ha venido implantando a través del tiempo gracias a su protagonismo en diversas etapas dentro de la historia productiva global.

Durante la segunda guerra mundial, Estados Unidos de América se convirtió en el arsenal de la democracia gracias al diseño y manufactura de materiales de guerra a escalas enormes. Mientras las bases europeas y asiáticas fueron en gran medida destruidas durante la guerra, los Estados Unidos incrementó sus capacidades en la investigación científica, diseño de productos, desarrollo y manufactura. Incluso después de la guerra, Estados Unidos ayudó a Europa y Japón a reconstruir sus bases industriales a través de la intervención del gobierno y el conocimiento americano [6].

Para lograr este nivel de producción, desarrollo y manufactura Estados Unidos invirtió una cantidad considerable de recursos en programas educativos de ingenierías, investigación, ciencias y negocios con lo cual se incrementó la innovación en varias ramas de su economía, desarrollando empresas con aplicación en varios sectores de producción a gran escala.

Gracias a esta expansión económica e industrial la producción de varios sectores económicos se han incrementado a escalas que requieren de la colaboración de diferentes compañías dentro de un mismo ciclo productivo. Esto sumado a la carrera de diferentes países como China, Japón, Alemania, entre otros por incrementar el valor en el mercado mundial de sus bienes y servicios ha hecho del mercado mundial un ambiente muy competitivo, buscando siempre metas comunes como una reducción de costos de producción de dichos bienes, una búsqueda constante de innovación y calidad en los mismos, menores tiempos de producción.

A través de esta carrera económica y a la maquinaria productiva mundial, la búsqueda de innovación en diferentes procesos productivos ha llevado al desarrollo de tecnologías que permitan gestionar dichos procesos de la forma más eficiente posible, haciendo de la gestión del ciclo de vida de los productos una práctica cada vez más importante en el desarrollo constante de los bienes y servicios de dimensión global.

Actualmente las empresas manufactureras controlan sus procesos productivos y funcionamiento de acuerdo a 4 metodologías fundamentales, las cuales son la planificación de recursos empresariales (ERP), la gestión de la cadena de suministro (SCM), la gestión de ciclo de vida de productos (PLM) y la gestión de relaciones con los clientes (CRM). Aunque estos procesos están siendo implementados en compañías con un gran volumen productivo dada la efectividad de estas metodologías, en sur américa la relevancia de la gestión del ciclo de vida de un producto (PLM) se ha visto relegada a muy pocas compañías manufactureras debido al escaso conocimiento de esta metodología.

En las compañías manufactureras, las técnicas de gestión destinadas al manejo eficiente de recursos humanos, materiales, máquinas, dinero e información, tales como la planificación de recursos empresariales (ERP) y la gestión de la cadena de suministro (SCM), se han introducido ampliamente. Recientemente, la gestión del ciclo de vida de los productos (PLM) [7].

Dada la importancia creciente de la gestión del ciclo de vida de los productos varias instituciones educativas y empresariales han comenzado a profundizar este tipo de sistemas con el fin de capacitar futuros profesionales y empresas manufactureras de diferentes regiones para implantar e innovar el mercado.

El Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias en España diseñó una guía divulgativa sobre herramientas de apoyo a la gestión del ciclo de vida del producto con la finalidad de dar a conocer este sistema y sus alcances. “a través de los apartados de esta guía, trataremos de acercarle en más detalle el concepto PLM de forma que usted pueda valorar las posibilidades que este tipo de herramientas ofrecen” [1].

Esta guía ofrece un vasto conocimiento sobre PLM, desde su definición y sus diferentes beneficios tanto para productos y servicios como para los usuarios objetivos, pasando por el funcionamiento, selección y clasificación de los sistemas que conforman el ambiente PLM desde un punto de vista funcional.

De igual manera, diferentes intentos de divulgación acerca del PLM de diversas instituciones en diferentes regiones del mundo dejan en evidencia la intención de educación y entendimiento que requieren los diferentes mercados sobre este innovador concepto.

La Brigham Young University en Utah, Estados Unidos en 2004 comenzó a ofrecer un curso en el departamento de ingeniería mecánica dentro del cual pretende introducir a los ingenieros dentro de los distintos desafíos de diseño y manufactura asociados a la realización de productos a una escala global. Este curso evidencia varios de los motivos sobre los cuales los sistemas PLM se presentan como una solución viable a los actuales procesos de manufactura, entre otros factores, debido a la alta competitividad de las compañías y a la necesidad de mantener un flujo de trabajo óptimo entre los equipos de trabajo dentro de una misma cadena de suministro, los cuales pueden estar localizados en distintos puntos alrededor del mundo. Mantener un flujo de información preciso entre distintas culturas en los grupos de trabajo puede representar un gran desafío [8].

La Purdue University, en Indiana, Estados Unidos comenzó sus investigaciones sobre PLM en 1999 y gracias a esto rediseñó un curso dentro de su currículum de tecnología computacional para enseñar simulaciones de manufactura dentro de ambientes multidisciplinarios usando proyectos patrocinados de manera industrial. Dentro de este curso se evidenciaba las falencias dentro de sus recién egresados

para afrontar los problemas reales de manera holística dentro de la manufactura de productos en la industria [8].

A pesar de las capacidades de los egresados en el uso de ciertos diseños asistidos por computadora (CAD) y manufacturas asistidas por computadora (CAM). El objetivo de este curso no es únicamente proveer a los estudiantes de la experiencia de abordar un sistema PLM sino moldearlos para que puedan cumplir con las habilidades y competencias que la industria requiere de los actuales egresados [9].

Si analizamos las necesidades de implementar sistemas PLM dentro del contexto local Colombiano encontramos la implementación de un Teamcenter Académico dentro de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Antioquia. En el cual se consideran los ambientes académicos como espacios para la generación de soluciones tangibles se presenta una solución informática implementada para la administración de proyectos colaborativos entre las escuelas de diseño e ingenierías buscando el mejoramiento del ejercicio académico a partir de TICs. [10]

Este Teamcenter se implantó bajo la necesidad de generar un mayor conocimiento y aumentar el flujo de trabajo colaborativo e interdisciplinario dentro de las diferentes facultades de la universidad. Esto permitió un mayor control dentro de los proyectos desarrollados a través del Teamcenter enfocados a orientar y preparar a los estudiantes de Pregrado en los entornos de gestión de ciclos de vida de productos y aumentar las capacidades y habilidades de los futuros egresados para afrontar los problemas presentes en los actuales procesos de manufactura en el mercado colombiano.

De manera similar la implantación de un ambiente PLM dentro de la escuela de diseño industrial en la Universidad Industrial de Santander, Colombia, busca formar estudiantes de pregrado con competencias y habilidades para la presente y futura demanda de capacidades en el mercado local, y ofrecer a dicho mercado propuestas innovadoras para afrontar desafíos en los procesos de manufactura, todo esto a través del desarrollo de proyectos de diseño en el ambiente PLM, los cuales incentivan el trabajo colaborativo entre grupos de trabajo de profesores y estudiantes y ofrece nuevas formas de gestión y control en el desarrollo de proyectos. Los beneficios de la implantación de procesos de diseño y manufactura basados en PLM están documentados en las referencias anteriormente mencionados en este documento.

1.4 ALCANCES

La finalidad de la situación de estudio fue la implantación de un ambiente PLM que permitiera gestionar información relacionada y generada en los proyectos de diseño desarrollados en la EDIUIS de manera precisa y centralizada, garantizando

la integridad y disponibilidad de esta información, específicamente de archivos CAD, control de versiones e información de clientes del sistema. Para valorar la factibilidad del ambiente PLM se realizó una prueba piloto a manera de caso estudio con proyectos desarrollados en la EDIUIS.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Los mercados globales y locales son cada vez más competitivos, las industrias de manufactura ven la necesidad de aumentar la calidad de sus productos al igual que la disminución de costes y tiempos de producción y desarrollo. A través de los años distintas compañías en la industria de la manufactura han llevado la pauta en la implantación de tecnologías innovadoras que permitan aumentar su eficacia productiva, aumentando el trabajo colaborativo y la eficiencia en este sector, enfocando esfuerzos para centralizar y organizar la información en un sistema común accesible por distintos equipos de trabajo. De estos esfuerzos surgen sistemas de gestión de información de productos, los cuales han impactado positivamente la producción de bienes y servicios. De estos sistemas de gestión de información surge la gestión del ciclo de vida del producto.

Actualmente cada proyecto de diseño en la EDIUIS afronta como reto la gestión de gran cantidad de información proveniente de diferentes procesos tales como: requerimientos, alternativas, modelos, prototipos, evaluaciones, sostenibilidad, etc. Esta información se presenta en diferentes formatos, sean físicos y virtuales, y la falta de un medio común que permita su almacenamiento y control de manera centralizada y segura, limita su acceso y disponibilidad entre profesores y estudiantes, haciendo más difícil el trabajo colaborativo.

La implantación de un ambiente PLM dentro del marco educativo como estrategia de enseñanza didáctica permitiría a los estudiantes de la EDIUIS fortalecer sus competencias en la gestión de proyectos de diseño de productos, preparando a los estudiantes para la gestión eficiente del ciclo de vida de un producto, fortaleciendo habilidades de resolución de problemas y mejorando las competencias en el trabajo colaborativo.

1.6 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA QUE PERMITE ABORDAR LA SITUACIÓN DE ESTUDIO

¿Cómo fortalecer el trabajo colaborativo entre estudiantes y profesores de la EDIUIS para lograr una gestión eficiente de la información que se genera durante los proyectos de diseño desarrollados?

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general.

Diseñar una estrategia PLM para la gestión de la información en proyectos de diseño desarrollados en la EDIUIS y promover el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes.

1.7.2 Objetivos específicos.

- Identificar las necesidades de gestión de información en los proyectos de diseño que se desarrollan en la EDIUIS para determinar los requisitos técnicos, de gestión e integración de la información.
- Analizar la capacidad y madurez de la EDIUIS para la implementación de una estrategia PLM
- Establecer los procesos de gestión de la información de los proyectos de Diseño VI: Bioenergía, Diseño VII: Producto, diseño VIII: Interdisciplinar y Proyecto de Grado, enfocados en: gestión de los requerimientos, diseño de producto y gestión de la configuración y cambios.
- Identificar, seleccionar e implantar un sistema de gestión de datos de productos (PDM) para la administración de la información técnica de los proyectos desarrollados en la EDIUIS e integrarlo con los sistemas CAD utilizados en la escuela sobre un modelo cliente-servidor.
- Valorar la factibilidad del ambiente PLM mediante la aplicación de la estrategia propuesta en algunos proyectos de diseño desarrollados en la EDIUIS.

1.8 METODOLOGÍA

1.8.1 Tipo de estudio. Para desarrollar la estrategia PLM primero se analizaron las metodologías y procedimientos aplicados dentro de la EDIUIS para el desarrollo de proyectos de diseño, de esa manera pudo identificarse el tipo de información generada en los proyectos de diseño y su relación con la información generada en el ciclo de vida del producto. A través de una encuesta de capacidad y madurez se analizó el estado de la escuela para implementar una estrategia PLM que gestione la información generada en los proyectos de diseño. Con la información adquirida del contexto pudo diseñarse un modelo de visualización PLM que pudiera satisfacer las necesidades de gestión de información en la EDIUIS y se identificó, seleccionó e implantó un software PLM para poder ejecutar el modelo de visualización y crear el ambiente de gestión de información.

Finalmente la estrategia PLM dio como resultado un ambiente PLM de gestión de información, el cual fue valorado a través del estudio de caso de un proyecto desarrollado dentro de la EDIUIS, y como la información pudo ser gestionada por el ambiente PLM dentro de este estudio.

1.8.2 Sujetos. El diseño y desarrollo de la estrategia PLM enfocada en la promoción del trabajo colaborativo en proyectos de diseño será diseñada para la escuela de diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Esta escuela posee dos grupos objetivos en el desarrollo de proyectos de diseño:

- Cuerpo Docente
- Cuerpo Estudiantil

1.8.3 Instrumentos o técnicas de recopilación de datos. Las técnicas a emplear en el desarrollo de este proyecto están basadas en métodos de indagación, inspección, evaluación y diseño las cuales se mencionarán de acuerdo a su uso en el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

a. *Identificar las necesidades de gestión de información en los proyectos de diseño que se desarrollan en la EDIUIS para determinar los requisitos técnicos, de gestión e integración de la información.*

Para cumplir este objetivo fue necesario usar las siguientes técnicas de recopilación de datos a fin de conocer mejor el campo de acción:

- Análisis de fuentes literarias y metodología docente
- Investigación de fuentes por internet

Se definieron tres campos de investigación a analizar:

- Ciclo de vida de los productos y los procesos asociados a cada etapa del ciclo de vida
- Gestión de la información para crear y diseñar modelos de visualización necesarios para la gestión de ciclos de vida de productos.
- Metodologías de diseño empleadas por las asignaturas Diseño VI, Diseño VII, Diseño VIII y Proyecto de grado, en la etapa de auto regulación del pensum de la escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander.

Finalmente la información obtenida se describe de manera cualitativa.

b. *Analizar la capacidad y madurez de la EDIUIS para la implementación de una estrategia PLM*

Para cumplir este objetivo fue necesaria la adaptación de un cuestionario diagnóstico del ciclo de vida del producto desarrollado por el Politécnico Di Torino y adaptado a la EDIUIS para fines educativos y no comerciales. Con esta herramienta se pretende conocer la situación actual de las áreas de proceso involucradas en la gestión del ciclo de vida del producto, para

identificar fortalezas, debilidades y necesidades que permitan llevar a cabo una implantación de un PLM.

Esta herramienta así como la información obtenida por la misma se encuentra representada de manera cualitativa y descriptiva, con una equivalencia cuantitativa.

c. *Establecer los procesos de gestión de la información de los proyectos de Diseño VI: Bioenergía, Diseño VII: Producto, Diseño VIII: Interdisciplinar y proyecto de grado, enfocados en: Gestión de requerimientos, Diseño de producto y Gestión de la configuración y cambios.*

En este punto del proyecto la investigación debe tornarse más descriptiva pues la información obtenida por los anteriores objetivos específicos debe analizarse y aplicarse en la descripción de áreas de procesos, actividades, roles y flujos de trabajo con la finalidad de crear un modelo virtual que permita gestionar paso a paso la información generada durante el ciclo de desarrollo de proyectos de diseño.

Este modelo virtual será representado en un lenguaje de modelado gráfico para una mayor facilidad de comprensión. El Lenguaje de Modelado Unificado o UML por sus siglas en inglés es el método de representación empleado para cada flujo de trabajo que representa un área de proceso específica. De igual forma este método de modelado gráfico se diseña teniendo como referencia el modelo de visualización para PLM de Javier Martínez G. [5] Cada flujo de trabajo representa una interacción de Diagramas de Descomposición o DD por sus siglas en inglés, los cuales son una agrupación de roles, actividades e ítems generados y gestionados durante un ciclo de trabajo específico. Este diagrama es la representación y gestión de la información paso a paso, generada en el ciclo de vida de un producto.

d. *Identificar, seleccionar e implantar un sistema de gestión de datos de productos (PDM) para la administración de la información técnica de los proyectos desarrollados en la EDIUIS e integrarlo con los sistemas CAD utilizados en la escuela sobre un modelo cliente-servidor.*

Para la identificación y selección de un sistema de gestión de datos PDM se ha realizado una investigación explorativa de los sistemas actualmente disponibles en el mercado teniendo como prioridad aquellos que puedan proporcionar procesos y métodos básicos para satisfacer las necesidades de gestión de información de la EDIUIS sin recurrir a grandes gastos de recursos financieros en su uso.

Las técnicas de recopilación de datos empleadas fueron las siguientes:

- Análisis de fuentes literarias

- Investigación de fuentes por internet

Finalmente la información obtenida es evaluada de manera cualitativa teniendo en cuenta las necesidades de gestión de información de la EDIUIS para la implantación de un ambiente PLM y así obtener el sistema PDM y PLM a emplear en el proyecto.

e. Valorar la factibilidad del ambiente PLM mediante la aplicación de la estrategia propuesta en algunos proyectos de diseño desarrollados en la EDIUIS.

Finalmente para valorar la factibilidad del ambiente PLM se usa el método de estudio de caso con un proyecto desarrollado dentro de la EDIUIS para observar el impacto del ambiente PLM y el modelo de visualización dentro del proceso de diseño de un producto en la escuela de diseño.

El ambiente PLM empleado para este estudio de caso está conformado por:

- Aras Innovator 11 de Aras Corp. Empleado como software PLM y PDM
- Base de datos SQL Server 2012
- Servicios web proporcionados por Internet Information Services IIS 8.0
- SolidWorks 2014 como software de gestión de archivos CAD

El caso estudio analizado se enfocó en:

POP – Diseño y construcción de un juego de mesa que estimule la capacidad cognitiva de personas invidentes a través de la percepción de estímulos sonoros y táctiles.

1.8.4 Productos esperados del trabajo de diseño. El producto esperado es el diseño de un ambiente PLM que mediante herramientas de software adaptadas a las necesidades de la EDIUIS, y mediante un modelo de visualización gráfico para PLM, se pueda gestionar paso a paso la información generada de un proyecto de diseño de manera centralizada, precisa y controlada. Todo esto simulado a través de un estudio de caso y las conclusiones pertinentes del mismo.

2. NECESIDADES DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN

2.1 CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO

El ciclo de vida de un producto es una base de conocimiento empleado por la industria de manufactura con el cual se busca facilitar la gestión de productos en todas las áreas de vida del mismo; desde su concepción hasta su disposición final. Desde el punto de vista global de recursos, existe un ciclo de vida ambiental del producto en el cual un recurso natural (por ejemplo un mineral, o un aceite) es extraído de la tierra, el recurso es procesado, el recurso es usado en la manufactura de un producto, el producto es usado, y cuando el producto ya no es necesario, el recurso/desperdicio es gestionado - tal vez reusado, reciclado o puesto a disposición final. [4]

Teniendo en cuenta que un producto puede pasar por varias etapas durante su ciclo de vida, se ha dividido este ciclo en seis fases, visto desde el punto de vista de la manufactura del producto, las cuales son: Imaginación, Definición, Realización, Comercialización, Soporte y Disposición Final. De igual forma las fases del ciclo de vida no solo son empleadas a un nivel industrial, también pueden ser aplicadas en cualquier proceso productivo e incluso en el área educativa.

2.2 FASES DEL CICLO DE VIDA DE UN PRODUCTO

A continuación se define en detalle cada una de las 6 fases del ciclo de vida de un producto.

a. Imaginación

Esta etapa de imaginación busca definir y dar soluciones a una necesidad dentro de un contexto social y una situación definida a través del diseño de productos. En esta fase se destina una importante cantidad de recursos al área de gestión de proyectos y gestión de requerimientos.

Para definir esta etapa es necesario la creación de requerimientos y parámetros de producto con una coherencia en las necesidades del cliente, el mercado objetivo y regulaciones pertinentes de organismos gubernamentales. Una vez especificados los requerimientos y parámetros en base a las necesidades, se define un plan de desarrollo, para valorar la factibilidad y trazabilidad del proyecto. Al tiempo que se define el plan de desarrollo del producto, el área de diseño se encarga de las primeras etapas de estudio formal estéticos, aspectos funcionales y posibles prestaciones que el producto pueda dar, valorando el grado de innovación que el producto ofrezca al mercado. Esta etapa temprana de diseño se realiza teniendo los parámetros y requerimientos ya definidos como referencia.

La culminación exitosa de esta fase se da con la definición de un modelo funcional de diseño o un grupo de modelos, que sean coherentes al plan de desarrollo de producto, y satisfagan los requerimientos, parámetros y necesidades de los clientes, usuarios finales y contexto a satisfacer.

b. Definición

En esta fase se define en detalle el aspecto formal estético del producto y las características funcionales del mismo. Todo el proceso de diseño de producto, como el diseño de partes y componentes, listas de materiales, tecnología a emplear, simulaciones, análisis y validaciones del producto se realizan en esta fase. El empleo del diseño asistido por computadora o CAD es ampliamente usado en su desarrollo así como el uso de un ambiente PLM que gestione de manera precisa y segura toda la información generada en esta etapa, garantizando así una fluidez en los flujos de trabajo que la conforman. La idea principal del producto va evolucionando así como sus distintas partes y componentes hasta tener una representación técnica bien definida, y esta es materializada físicamente en prototipos funcionales. De esta manera se garantiza que el diseño del producto satisfaga de la mejor manera posible los requerimientos y parámetros iniciales del plan de acción del proyecto. Toda esta información técnica sirve de columna vertebral para la siguiente fase de realización del producto, en la cual se definirá la producción del mismo.

De acuerdo con Javier Martínez G, en su modelo de visualización PLM [5], los principales objetivos de esta fase son:

- Asegurar que el concepto del producto, requerimientos y planes sean lo suficientemente estables y que los riesgos estén lo suficientemente mitigados para determinar de forma predictiva el costo y el cronograma de culminación del proyecto.
- Establecer la estructura de gestión del producto.
- Abordar todos los riesgos significativos de la gestión de la estructura del producto en el proyecto
- Establecer una línea base del concepto del producto derivada del abordaje de escenarios importantes, los cuales típicamente exponen los riesgos técnicos más importantes del proyecto.
- Producir un prototipo de componentes para mostrar la calidad de la producción, así como la posibilidad de uno o más prototipos exploratorios, para mitigar los riesgos específicos tales como: Compensación del diseño y requerimientos, reúso de componentes, viabilidad del producto y demostraciones a los inversionistas, clientes y usuarios finales.
- Demostrar que la línea base estructural del producto soportará los requerimientos del producto a un costo razonable dentro de un tiempo razonable.

- Establecer un ambiente PLM.

c. Realización

Gracias a la información precisa y detallada generada durante el proceso de ideación y definición del producto (archivos CAD, entre otros) es posible definir actividades y procesos orientados a la manufactura asistida por ordenador, simulación de producción de partes y componentes para seleccionar los procesos de producción adecuados al producto y a las necesidades de la empresa, clientes e inversionistas. Todo esto con el fin de definir una planeación de producción precisa, donde se definen los recursos, tecnología y procesos de producción necesarios para la culminación exitosa de esta fase.

De igual manera los proveedores tienen un papel importante en esta etapa pues suministran la materia prima necesaria para una producción sostenible. La definición de cadenas de producción se ejecuta dentro de esta fase. La fase de realización culmina con la producción exitosa del producto teniendo en cuenta óptimos tiempos de producción, costes de manufactura acordes a la planificación del proyecto, calidad óptima en la producción del producto, un ambiente de trabajo y de producción óptimos dentro de las áreas de trabajo.

De acuerdo con Javier Martínez G, en su modelo de visualización PLM [5], algunos objetivos de esta fase son:

- Disminuir los costos de manufactura optimizando recursos y evitando los desechos y el trabajo innecesarios.
- Obtener versiones de producto útiles y convenientes tan rápido como sea posible.
- Asegurar que el producto esté listo para la transición a sus usuarios finales. Esto implica realizar simulaciones al producto y desarrollar el sistema de embalaje y otros requerimientos para la protección del producto durante su transporte.
- Desarrollar un grado de paralelismo en el trabajo de los equipos de ingeniería y diseño. Incluso en proyectos más pequeños, existen componentes típicos que pueden ser desarrollados de forma independiente el uno del otro, permitiendo un paralelismo natural entre los equipos. Este paralelismo puede acelerar la producción de actividades significativamente, pero también incrementa la complejidad de la gestión de recursos y sincronización de flujos de trabajo. Un sistema robusto de PDM es esencial si algún paralelismo significativo planea obtenerse.
- Implementar sistemas de gestión de recursos, control y procesos de optimización.
- Evaluar el producto en contra de los criterios de aceptación para los requerimientos.

d. Comercialización

En esta fase se busca la introducción del producto dentro del mercado objetivo, y debido a esto se debe gestionar de manera precisa la información a través de un PLM para mantener un control en los costes de promoción y distribución del producto, lo cual requiere una gestión eficiente de recursos hacia áreas de marketing, sin embargo, la comercialización de un producto no puede confundirse con las ventas o el marketing.

Desde el punto de vista de marketing existe un ciclo de vida orientado al mercado para la introducción de un producto, crecimiento, madurez y decadencia del mismo. Diferentes enfoques a la identidad de un producto, precios y estrategias de venta podrían ser tomadas en diferentes fases del ciclo de vida del producto. Por esta razón el marketing y el soporte son gestionados en diferentes áreas de proceso. [5].

De acuerdo con Javier Martínez G, en su modelo de visualización PLM [5], los principales objetivos de esta fase son:

- Lanzamiento de los equipos de marketing, distribución y ventas.
- Seleccionar un set de estrategias junto a sistemas de transporte y logística de distribución para asegurar que el producto alcance las manos de los usuarios finales en las mejores condiciones.
- Emplear el despliegue específico de marketing como la producción y el embalaje comercial, lanzamiento de ventas, personal de entrenamiento de campo, muestras de puntos de venta, etc.

e. Soporte

Una experiencia satisfactoria del usuario final con un producto no solamente se da gracias a las prestaciones este pueda suministrar, sino también al soporte que la empresa encargada pueda dar al usuario durante la fase de uso del producto. Por esta razón esta fase es tan importante para ofrecer la mejor calidad posible a sus usuarios. De igual forma las empresas pueden obtener una retroalimentación valiosa con el usuario final pues a través de este proceso de soporte se pueden obtener datos que conlleven al mejoramiento de un servicio o producto para subsecuentes lanzamientos o mejorar la configuración de productos ya existentes. Este servicio se da a los usuarios finales a través de las variadas y difundidas tecnologías de información y comunicación, sea a través de páginas web, redes sociales, call centers especializados, puntos de venta o reparación autorizados.

f. Disposición final

Esta fase es el final del ciclo de vida de un producto y se encuentra abierto a tres escenarios diferentes: reciclado, desperdicio o reúso. Impactos ambientales de todo tipo ocurren en diferentes fases del ciclo de vida de un producto y deberían tenerse en cuenta de manera integrada. Factores clave son el consumo de materiales de entrada (agua, recursos no renovables y energía en cada fase del ciclo de vida) y la producción de materiales de salida (agua de desperdicio, calor, emisiones y desperdicios) y factores como el ruido, vibración, radiación y campos electromagnéticos. Esta es la fase en la cual el impacto ambiental de un producto a través del ciclo de vida puede ser evaluado, y los efectos relacionados con la salud humana pueden ser estimados. [11]

De esta manera queda en evidencia la necesidad de tener en cuenta factores medio ambientales y de sostenibilidad durante todo el ciclo de vida de un producto, desde la fase inicial de ideación donde estos factores deberían integrarse en una serie de requerimientos y parámetros que permitan controlar el impacto ambiental producido por el producto a través del desarrollo del ciclo de vida del mismo, pasando por la definición, realización, promoción y soporte del producto, exigiendo incluso que los diferentes grupos de trabajo y áreas de proceso enfoquen sus esfuerzos en la definición apropiada de disposición final del producto.

Un ambiente PLM una vez más se hace indispensable en esta fase pues podría ayudar a gestionar toda la información generada en cada fase y así seleccionar y definir los factores de sostenibilidad pertinentes para el diseño de una apropiada fase de disposición final de un producto, junto con un flujo de trabajo referente a cada producto, parte o componente y cualquier variable relacionada a alguno de los elementos ya mencionados.

2.3 GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN PROYECTOS DESARROLLADOS EN LA EDIUIS

La EDIUIS desarrolla proyectos de diseño a través de distintos talleres proyectuales. Así mismo este ambiente de diseño es empleado principalmente como un entorno educativo que busca desarrollar las competencias y habilidades de diseño de sus estudiantes en la medida que se desarrolla el cronograma de actividades dentro del taller proyectual.

Para desarrollar una estrategia PLM en la EDIUIS, es necesario conocer el tipo de información que necesita ser gestionada dentro de las actividades a desarrollar por los talleres proyectuales. Conociendo esta información es posible relacionarla con las fases del ciclo de vida de un producto presentes en la EDIUIS durante el desarrollo de sus proyectos. La mejor manera para conocer el tipo de información a gestionar en los talleres proyectuales es a través del programa calendario que es empleado para el desarrollo de los talleres.

Como parámetro de desarrollo de este proyecto, se han tenido en cuenta únicamente los talleres proyectuales de diseño VI: Bioenergía, Diseño VII: Producto, Diseño VIII: Interdisciplinar y Proyecto de Grado. Todos los programas calendario analizados se ejecutaron el primer semestre de 2015.

Gracias a las metodologías usadas en los talleres proyectuales a analizar por este proyecto, las cuales están definidas para ser replicadas en cada semestre académico, y entendiendo que la EDIUIS otorga la libertad a los proyectos de grado de ser desarrollados por los docentes y estudiantes con una metodología seleccionada a conveniencia, se da por hecho que un proyecto de grado se desarrolla con actividades similares a las asignaturas previamente mencionadas. Se ha realizado un análisis descriptivo cualitativo de las actividades a desarrollar por los talleres proyectuales de Diseño VI, Diseño VII y Diseño VIII. Las actividades a desarrollar en cada taller han sido relacionadas con el tipo de información que se busca generar en cada actividad y la fase del ciclo de vida del producto a la cual pertenece la actividad a desarrollar

De acuerdo al tipo de actividad es posible clasificarlas dentro de las distintas fases del ciclo de vida, ya que toda actividad busca cumplir un objetivo, y dichos objetivos están relacionados de forma directa con las distintas fases del ciclo de vida de un producto.

Análisis de los talleres proyectuales en la EDIUIS.

Cuadro 1. Gestión de información para la asignatura Diseño VI - Bioenergía

Diseño VI - Bioenergía			
Profesor D.I. Francisco Espinel Correal			
	Actividad	Fase ciclo de vida de producto	Información a Gestionar
1.	Inscripción plataforma CALUMET		
2.	Diseño social: Enfoque moderno y postmoderno (Lecturas)	Imaginación	Obtener vocabulario común
3.	Ensayo: Aspectos teóricos del taller	Imaginación	Obtener vocabulario común
4.	Estructuración del problema: Contexto, Usuario, Documentación	Imaginación	Definir visión de producto
5.	Estructuración de problema (Actualización)	Imaginación	Definir visión de producto
6.	Árbol de objetivos y funciones	Imaginación	Experiencia de usuario
7.	Definición y evaluación de requerimientos	Imaginación	Definición de requerimientos
8.	Diseño de concepto	Definición	Diseño de concepto
9.	Diseño de detalle	Definición	Diseño de detalle del producto
10.	Verificaciones y	Definición	Diseño de detalle del producto

Diseño VI - Bioenergía			
Profesor D.I. Francisco Espinel Correal			
	Actividad	Fase ciclo de vida de producto	Información a Gestionar
	validaciones		
11.	Anteproyecto	Definición	Sustentación de proyecto
12.	Entrega final	Comercialización	Sustentación de proyecto

Cuadro 2. Gestión de información para la asignatura Diseño VII - Producto

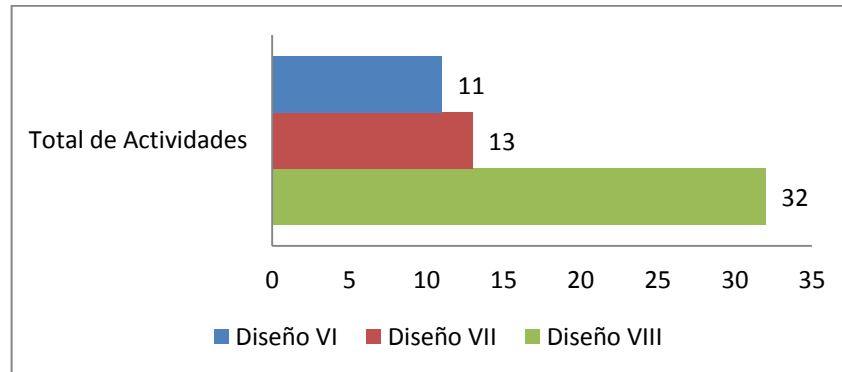
Diseño VII - Producto			
Profesor D.I. Héctor Julio Parra			
	Actividad	Fase ciclo de vida de producto	Información a Gestionar
1.	Conducta de entrada		
2.	Ideas de producto	Imaginación	Obtener vocabulario común
3.	Estado del arte	Imaginación	Definir visión de producto
4.	Planeación de producto	Imaginación	Definir visión de producto
5.	Necesidades del cliente	Imaginación	Experiencia de usuario
6.	Especificaciones de producto	Imaginación	Definición de requerimientos
7.	Generación y selección de concepto	Definición	Diseño de concepto
8.	Actividad en grupo	Definición	Diseño de concepto
9.	Prueba de concepto	Definición	Modelado de concepto
10.	Diseño y construcción de prototipo	Definición	Diseño de detalle
11.	Comunicación Imagen corporativa, empaque	Comercialización	Sustentación de proyecto
12.	Evaluaciones de trabajo Anteproyecto	Comercialización	Sustentación de proyecto
13.	Instalación del proyecto stand	Comercialización	Sustentación de proyecto
14.	Sustentación del proyecto Presentación audiovisual	Comercialización	Sustentación de proyecto

Cuadro 3. Gestión de información para la asignatura Diseño VIII - Interdisciplinar

Diseño VIII - Interdisciplinar			
Profesor D.I. Javier Martínez			
	Actividad	Fase ciclo de vida de producto	Información a Gestionar
1.	Visión del producto	Imaginación	Definir visión de producto
2.	Diagrama: Tareas y Actividades	Imaginación	Experiencia de usuario
3.	Diagrama: Operaciones y funciones	Imaginación	Experiencia de usuario
4.	Diagrama: Usuario – Actividad – Contexto	Imaginación	Experiencia de usuario
5.	Nombre y Marca de Producto	Comercialización	Sustentación de proyecto
6.	Lista de Deseos	Definición	Diseño de concepto
7.	Definición de Variables	Imaginación	Definición de requerimientos
8.	Especificación Requerimientos de Producto	Imaginación	Definición de requerimientos
9.	Producto ideal	Imaginación	Alcance de producto
10.	Alternativas de Conceptualización	Definición	Diseño de concepto
11.	Evolución de Alternativas	Definición	Diseño de concepto
12.	Modelos CAD	Definición	Modelado de concepto
13.	Especificación de partes, componentes	Definición	Diseño de detalle
14.	Lista de Materiales	Definición	Diseño de detalle
15.	Medidas y Tolerancias	Definición	Diseño de detalle
16.	Plan de Prueba Técnica	Definición	Simulación de producto
17.	Protocolo y Guía Técnica	Definición	Simulación de producto
18.	Evidencia y Registro Técnico	Definición	Simulación de producto
19.	Reporte de Prueba Técnica	Definición	Simulación de producto
20.	Plan de Prueba Ergonómica	Definición	Simulación de producto
21.	Protocolo y Guía Ergonómico	Definición	Simulación de producto
22.	Evidencia y Registro Ergonómico	Definición	Simulación de producto
23.	Reporte de Prueba Ergonómico	Definición	Simulación de producto
24.	Presentación de Proyecto	Comercialización	Sustentación de proyecto
25.	Prototipo	Definición	Manufactura de modelo final
26.	Síntesis Formal de Proyecto	Comercialización	Sustentación de proyecto
27.	Modelo Funcional	Definición	Manufactura de modelo final
28.	Artículo	Comercialización	Sustentación de proyecto
29.	Infografía	Comercialización	Sustentación de proyecto
30.	Guía Rápida de Uso	Definición	Manufactura de modelo final
31.	Manual de Uso	Definición	Manufactura de modelo final
32.	Video Documental	Comercialización	Sustentación de proyecto

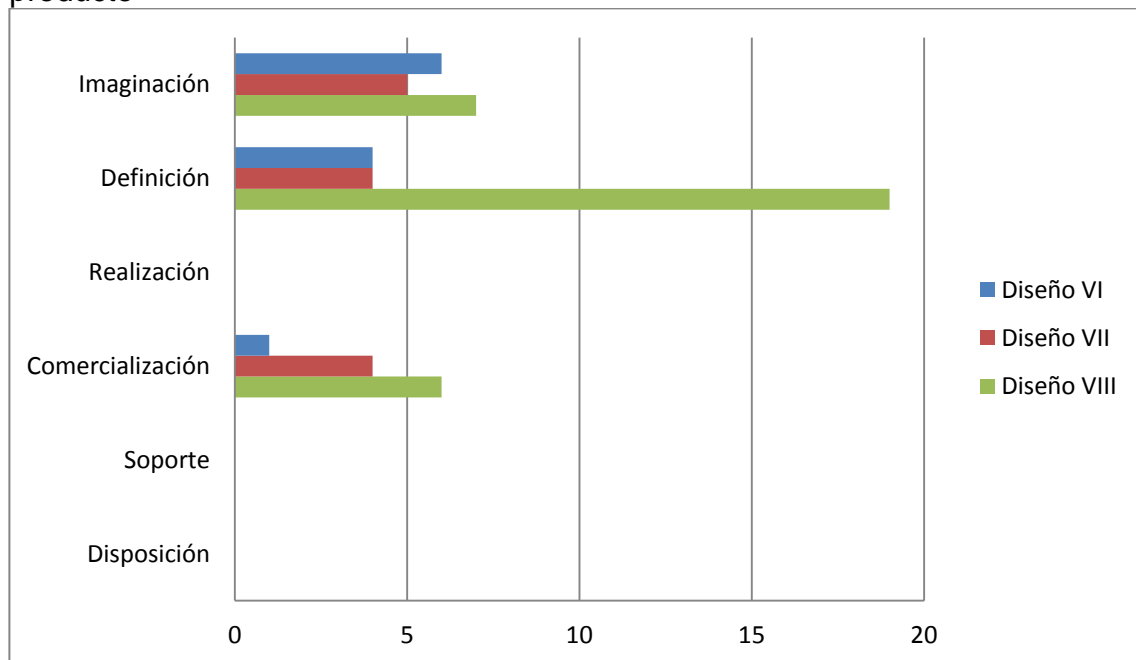
De acuerdo a los anteriores cuadros y su relación de actividades con las fases del ciclo de vida del producto y la información a generar, se puede realizar el siguiente análisis:

Gráfica 1. Total de actividades a desarrollar en talleres de diseño



La anterior gráfica muestra un incremento de actividades a desarrollar en los talleres proyectuales. La dificultad de las actividades a desarrollar en este análisis no fue tenido en cuenta.

Gráfica 2. Actividades a realizar por asignatura en cada fase del ciclo de vida del producto



La anterior gráfica muestra un énfasis de actividades dentro de tres fases del ciclo de vida de un producto: Imaginación, Definición y Comercialización. No se

evidencian actividades relacionadas con la realización de productos, soporte o disposición final de los mismos. A pesar que la fase de comercialización del ciclo de vida del producto abarca actividades de ventas, distribución y marketing, las actividades a desarrollar en la EDIUIS dentro de esta fase solo abarcan actividades de marketing.

El taller proyectual Diseño VI presenta una distribución de actividades similar en las fases de imaginación y definición, y presenta solo una actividad a desarrollar dentro de la fase de comercialización. Diseño VII posee un mayor énfasis de actividades a desarrollar en la fase de imaginación, dejando una misma cantidad de actividades en las fases de definición y comercialización. El taller proyectual de diseño VIII por su parte posee el mayor énfasis de actividades de imaginación. La fase con un mayor énfasis de actividades es la definición del producto, con una gestión de actividades muy superior a cualquier fase dentro de los demás talleres analizados. Su fase de comercialización también presenta un incremento de actividades a gestionar respecto a los demás talleres, haciendo de diseño VIII el taller proyectual con la mayor carga de actividades a desarrollar.

3. ESTUDIO DE CAPACIDAD Y MADUREZ PARA IMPLEMENTAR ESTRATEGIA PLM EN LA EDIUIS

3.1 METODOLOGÍA

Se propone un cuestionario basado en la herramienta diagnóstica del ciclo de vida del producto desarrollada por el Politécnico Di Torino [12], el cual busca realizar un auto-diagnóstico que ayudará a identificar el estado de madurez en el que se encuentran diferentes aspectos relacionados con el desarrollo y la gestión de información de productos. Esta herramienta ha sido adaptada a instituciones educativas. El objetivo de esta herramienta diagnóstica es comprender la situación actual de las áreas de proceso involucradas en la gestión del ciclo de vida del producto, para identificar fortalezas, debilidades y necesidades que las permita llevar a cabo una implementación de PLM.

El cuestionario se ha dividido en 4 ítems de conformidad con diferentes aspectos estratégicos de la EDIUIS, en los cuales se realizan preguntas con respuestas organizadas en una escala ordinal d(A, B, C, D) donde la equivalencia numérica va del nivel 1 al nivel 4, donde el nivel 1 corresponde a la menor calificación.

Las variables de análisis son:

- a. **Gestión educativa:** Orientación de la escuela hacia el diseño y hacia la gestión de manera general de la información dentro de la institución.
- b. **Gestión de producto:** Organización de la escuela en torno a la gestión de archivos CAD, estrategia organizacional para la generación, seguimiento y control de los datos y productos de trabajo (digital) vinculados a un producto (archivos CAx, programaciones, simulaciones documentos office, información audiovisual, etc.).
- c. **Gestión de proyectos:** Estrategia y recursos educativos para la definición conceptual, dirección, control y seguimiento de proyectos en creación y/o modificación de productos a través de la ingeniería de detalle.
- d. **Colaboración e integración:** Sistemas que sigue la institución a través del proceso educativo para establecer vías de comunicación orientadas al trabajo colaborativo dentro de las áreas de trabajo, con otros departamentos de la institución educativa y con agentes externos.

El cuestionario está diseñado para la EDIUIS, una institución educativa orientada a gestionar procesos de diseño de productos. A través de esta herramienta se pretende evaluar la capacidad, madurez y disponibilidad de herramientas adecuadas para la gestión de información y procesos asociados a la información generada. Esta herramienta aplicada de forma correcta puede suministrar información de base para la optimización en la gestión de información dentro de proyectos de diseño, aumentando la eficiencia en la administración y desarrollo de productos, acelerando la innovación.

3.2 GESTIÓN EDUCATIVA

a. Estrategia de diseño

¿La EDIUIS gestiona el desarrollo de proyectos de diseño a través de una estrategia de diseño clara y definida?

Cuadro 4. Estrategia de Diseño

Nivel	Descripción
C	La EDIUIS cuenta con estrategias educativas claras para el desarrollo de proyectos de diseño. Dichas estrategias cuentan con el apoyo de herramientas tecnológicas básicas que permiten una gestión limitada de los proyectos de diseño.
	Evidencia
<p>El plan de estudios de la EDIUIS posee asignaturas principales para el desarrollo de proyectos de diseño en cada uno de los semestres. Dichas asignaturas enfocadas al desarrollo de proyectos de diseño son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Diseño I: Creatividad• Diseño II: Lenguaje Básico• Diseño III: Configuración• Diseño IV: Bioforma• Diseño V: Objeto/Significado• Diseño VI: Bioenergía• Diseño VII: Producto• Diseño VIII: Interdisciplinar <p>De igual forma la EDIUIS permite aumentar las competencias y conocimientos del estudiante a través de asignaturas de apoyo con énfasis en:</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocimientos matemáticos y de cálculo• Expresiones de diseño• Materiales y procesos• Asignaturas técnicas profesionales• Asignaturas de contexto <p>Herramientas tecnológicas que permiten una gestión limitada de proyectos de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none">• Moodle: Sistema de gestión de aprendizaje. No especializado para la gestión de proyectos de diseño.• Dropbox: Ambiente básico de almacenamiento de archivos remoto.• Programa calendario: Herramienta que define el contexto y marco de acción de las distintas asignaturas de diseño. Contiene competencias, trabajos y temáticas a desarrollar de cada asignatura.	

b. Gestión del equipo de diseño

¿Se dispone de una organización y equipo docente con el perfil necesario para orientar a la EDIUIS a la formación de diseñadores industriales con capacidades en la gestión de proyectos de diseño?

Cuadro 5. Gestión del equipo de diseño

Nivel	Descripción
C	La EDIUIS cuenta con un equipo docente capacitado y competente en la gestión de diseño y formación de diseñadores en la realización de proyectos de diseño.
	Evidencia
<p>Equipo docente capacitado y competente en la gestión de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> • John Faber Archila Díaz: Ingeniero Mecánico, Especialista en Mecatrónica, Maestro en ciencias en ingeniería mecánica. • Isabel Consuelo Becerra Gallón: Diseñadora Industrial, Especialista en Docencia Universitaria, Magister en Estudios Semiológicos. • Jairo Córdoba Arango: Diseñador Industrial, Especialista en docencia Universitaria, Especialista en Gerencia de la producción. • Francisco Mario Espinel Correal: Diseñador Industrial, Especialista en salud ocupacional, gerencia y control de riesgo, Especialista en docencia universitaria, Magister en semiótica. • Asdrúbal Fajardo Vásquez: Diseñador Industrial, Especialista en docencia universitaria, Magister en historia y teoría del arte y la arquitectura. • Eduardo Serafín Guevara Melo: Diseñador Industrial, Magister en informática. • Miguel Enrique Higuera Marín: Diseñador Industrial, Especialista en gerencia de producción y mejoramiento continuo, Magister en desarrollo sostenible y medio ambiente. • María Fernanda Maradei García: Diseñadora Industrial, especialista en Ergonomie physiologie appliquee au travail, Magister en ergonomie et changements technologiques, Doctorado en ingeniería línea ergonómica. • Javier Mauricio Martínez Gómez: Diseñador Industrial, Magister en informática, PhD en sistemas de producción y diseño industrial. • Juan Carlos Moreno Muñoz: Diseñador Industrial. • Héctor Julio Parra Moreno: Diseñador Industrial, Magister en Diseño Industrial. • Julio Cesar Pinillos Fonseca: Arquitecto, Magister en diseño industrial. • Edgar Augusto Sarmiento León: Diseñador Industrial, Especialista en Docencia Universitaria, Especialista en ingeniería ambiental, Master of fine arts in Industria Design. • Álvaro Alfredo Vallejo Pabón: Ingeniero Mecánico. <p>El equipo docente ha desarrollado grupos de investigación enfocados en la profundización de conocimientos en diseño de productos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • INTERFAZ - Grupo de investigación y desarrollo • GEPS - Grupo de Ergonomía, Producto y Significado • GIROT - Grupo de Investigación en Robótica y Diseño 	

c. Sistemas de información integrados

¿La EDIUIS cuenta con sistemas de información integrados mediante los cuales es posible gestionar de manera segura toda la información generada durante la definición conceptual y el diseño de los proyectos?

Cuadro 6. Sistemas de información integrados

Nivel	Descripción
B	Existen sistemas de información integrados con funciones básicas para compartir archivos entre varios usuarios (Dropbox, Onedrive, etc.) para gestionar información generada en los proyectos de diseño. Sin embargo dichos sistemas no son usados para la gestión especializada de información de diseño, ni usados de forma generalizada.
	Evidencia
Moodle: Es un sistema de gestión de aprendizaje No especializado para la gestión de proyectos de diseño. Permite gestionar solo una fracción de toda la información generada en los proyectos de diseño. Comunicación limitada entre profesores y estudiantes.	

d. Gestión del conocimiento

¿La EDIUIS gestiona los flujos de conocimiento producidos a través de la experiencia del equipo docente y estudiantil en relación a los talleres y actividades de diseño?

Cuadro 7. Gestión del conocimiento

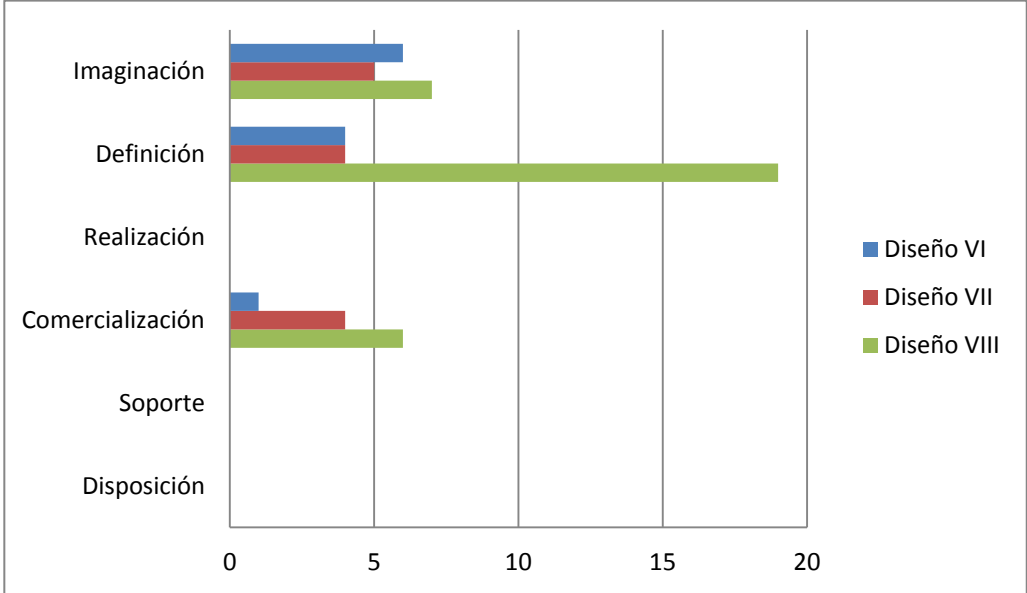
Nivel	Descripción
A	La EDIUIS no dispone de ninguna base de conocimiento común, pues no gestiona los flujos de conocimiento producidos en sus distintas actividades de diseño. El conocimiento reside fundamentalmente en las personas y la experiencia adquirida no se comparte.
	Evidencia
Existe una retroalimentación docente enfocada en el análisis y acompañamiento a la educación estudiantil, pero no hay una retroalimentación entre docentes ni estudiantes para crear una base de conocimiento común que mejore el ambiente de trabajo o el marco de los proyectos de diseño.	

3.3 GESTIÓN DE PRODUCTO

a. Alcance del ciclo de vida

¿Se tiene en cuenta todo el ciclo de vida del producto a la hora de abordar el diseño y desarrollo de un producto nuevo o modificado?

Cuadro 8. Alcance del ciclo de vida

Nivel	Descripción																												
B	No se tiene en cuenta todo el ciclo de vida de un producto. Las etapas evaluadas en el diseño de un producto se centran en la imaginación proyectual, diseño y definición del producto de forma creativa, sin un elevado nivel técnico. Poseen herramientas básicas y limitadas al almacenamiento de archivos, pero este no gestiona información en el diseño de productos.																												
Evidencia																													
<p>La siguiente gráfica es una muestra del énfasis de objetivos y actividades que poseen las asignaturas de auto-regulación de la EDIUIS durante el desarrollo de proyectos de diseño. En ella se aprecia un énfasis de objetivos y actividades a realizar dentro de cuatro fases del ciclo de vida de un producto: Imaginación, Definición y Comercialización. No se evidencian actividades relacionadas a la realización, soporte de productos o disposición final de los mismos.</p> <p>Actividades a realizar por asignatura en cada fase del ciclo de vida del producto</p>  <table border="1" data-bbox="350 804 1370 1392"> <caption>Actividades a realizar por asignatura en cada fase del ciclo de vida del producto</caption> <thead> <tr> <th>Fase</th> <th>Diseño VI</th> <th>Diseño VII</th> <th>Diseño VIII</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Imaginación</td> <td>6</td> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Definición</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Realización</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Comercialización</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Soporte</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Disposición</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		Fase	Diseño VI	Diseño VII	Diseño VIII	Imaginación	6	5	7	Definición	4	4	19	Realización	0	0	0	Comercialización	1	4	6	Soporte	0	0	0	Disposición	0	0	0
Fase	Diseño VI	Diseño VII	Diseño VIII																										
Imaginación	6	5	7																										
Definición	4	4	19																										
Realización	0	0	0																										
Comercialización	1	4	6																										
Soporte	0	0	0																										
Disposición	0	0	0																										

b. Centralización de datos

¿La escuela cuenta con sistemas que permitan centralizar y administrar la información generada en varios proyectos de diseño, con el fin de facilitar el acceso a archivos y favorezca el desarrollo proyectual?

Cuadro 9. Centralización de datos

Nivel	Descripción
B	La escuela cuenta con sistemas que permiten gestionar algunos datos básicos, pero estos sistemas no se emplean como referencia en los proyectos de diseño como herramientas de gestión de datos. No existe un ambiente que gestione datos de manera centralizada.
	Evidencia
<p>A pesar que la EDIUIS posee una gestión de proyectos y metodologías claras para el desarrollo de estos proyectos, no existe un sistema que sirva de referencia a ser empleado por los grupos de trabajo para el desarrollo de proyectos de diseño. Cada grupo de trabajo en diseño posee la plena libertad de gestionar la información generada a conveniencia.</p> <p>A continuación se mencionan algunos sistemas con los que se cuenta para la gestión de datos de diseño, facilitando el acceso a archivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GrabCAD: Solución de colaboración CAD que acelera el desarrollo de productos permitiendo una gestión de archivos y compromete a los socios en el proceso de diseño [13] • Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14] • Google Drive: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. • MEGA: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. [15] <p>Cabe resaltar que ninguna de las anteriores opciones da solución a la necesidad de un ambiente que gestione todos los datos generados durante el ciclo de vida de un producto de forma centralizada.</p>	

c. Gestión de listas de materiales (BOM)

¿En el desarrollo de proyectos de diseño de la EDIUIS se gestionan listas de materiales?

Cuadro 10. Gestión de listas de materiales (BOM)

Nivel	Descripción
B	La EDIUIS cuenta con software para desarrollar listas de materiales, pero la gestión de listas de materiales no se realiza de forma sistemática en los de talleres de diseño, pues no existe una metodología generalizada para gestionar esta información.
	Evidencia
<p>A continuación se evidencian programas de software empleados en la EDIUIS capaces de gestionar listas de materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solid Works: Software CAD para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. [16] <p>A continuación se evidencia asignaturas de diseño en la EDIUIS con la gestión de listas de materiales dentro de su programa calendario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño VIII: Interdisciplinar 	

d. Gestión de archivos CAD

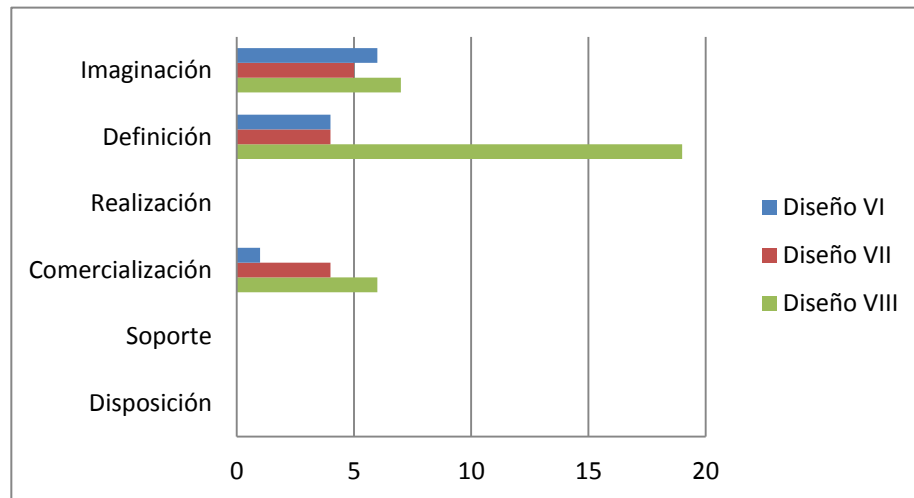
¿En la EDIUIS se gestionan de manera eficiente los archivos CAD generados durante los proyectos de diseño?

Cuadro 11. Gestión de archivos CAD

Nivel	Descripción
C	La EDIUIS posee la capacidad tecnológica para dotar los equipos de diseño con software para la creación de archivos CAD. El desarrollo de proyectos de diseño reside de software y archivos CAD para el diseño de distintas piezas. Esta práctica ha sido adoptada en el desarrollo de distintos talleres de diseño. No existe un sistema centralizado que permita gestionar todos los CAD generados en los proyectos de diseño.
	Evidencia

Actualmente la EDIUIS hace gran énfasis en el desarrollo de actividades dentro de la fase de definición del ciclo de vida de un producto, lo cual muestra la importancia en el desarrollo de productos a través de software especializado. Las asignaturas de Diseño VI: Bioenergía, Diseño VII: Producto y Diseño VIII: Interdisciplinar dedican gran parte de sus actividades en la gestión de archivos CAD.

Actividades a realizar por asignatura en cada fase del ciclo de vida del producto



A continuación se muestran sistemas de gestión de archivos CAD disponibles en la EDIUIS:

- GrabCAD: Solución de colaboración CAD que acelera el desarrollo de productos permitiendo una gestión de archivos y compromete a los socios en el proceso de diseño [13]

A pesar de la disponibilidad de sistemas de gestión de archivos CAD, estos no se emplean de forma generalizada en las asignaturas de diseño. La EDIUIS no posee un sistema que permita la gestión centralizada de archivos CAD, o la reutilización de archivos de otros proyectos.

3.4 GESTIÓN DEL PROYECTO

a. Control de proyectos

¿En qué medida se controla el desarrollo de proyectos de diseño en la EDIUIS?

Cuadro 12. Control de proyectos

Nivel	Descripción
B	La EDIUIS cuenta con marcos definidos para la gestión de proyectos y metodologías básicas para cada taller de diseño. El control de desarrollo de proyectos es limitado, pues las herramientas empleadas a este fin gestionan poca información, limitando el control del desarrollo de proyectos únicamente al resultado de cada actividad, en vez de permitir una retroalimentación efectiva entre equipos de trabajo que permita una valoración precisa del proceso evolutivo en un proyecto de diseño, facilitando así una gestión de configuración y cambios.
Evidencia	
<p>El desarrollo de proyectos en la EDIUIS se gestiona a través de un programa calendario que ofrece un marco de actividades y recursos disponibles a emplear en el tiempo para determinados proyectos. Las asignaturas de Diseño VI: Bioenergía, Diseño VII: Producto y Diseño VIII: Interdisciplinar cuentan con un programa calendario definido, los cuales pueden observarse en la sección 2.3.1 del capítulo 2 de este proyecto. Tanto profesores como estudiantes constantemente retroalimentan actividades dentro de este programa calendario para el desarrollo del proyecto.</p>	
<p>Existen herramientas empleadas por la EDIUIS para el control de desarrollo de proyectos, las cuales se muestran a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="310 1163 1421 1295">• Moodle: Sistema de gestión de aprendizaje no especializado para la gestión de proyectos de diseño. Permite gestionar solo una fracción de toda la información generada en los proyectos de diseño. Comunicación limitada entre profesores y estudiantes.	
<p>A pesar de contar con una metodología clara de gestión de proyectos y herramientas limitadas que apoyan esta actividad. No se cuenta con un ambiente diseñado a las necesidades de la EDIUIS que permita gestionar proyectos de diseño de manera centralizada y controlada.</p>	

b. Gestión documental de proyectos

¿Cómo se gestionan los documentos relacionados y producidos en la ejecución de proyectos de diseño en la EDIUIS?

Cuadro 13. Gestión documental de proyectos

Nivel	Descripción
B	Los documentos producidos en proyectos de diseño de la EDIUIS se gestionan en medios digitales, y los documentos más relevantes se comparten con algunos equipos de trabajo. El resto de documentación se guarda de forma aislada. Existe una retroalimentación limitada en la información generada por los equipos de trabajo.
	Evidencia
<p>Existe una retroalimentación limitada entre el equipo docente y el equipo estudiantil durante el desarrollo de los proyectos de diseño. Los docentes se encuentran enfocados en la evaluación de las competencias del estudiante durante el avance del proyecto y esto limita la retroalimentación. Los grupos de estudiantes poseen una retroalimentación constante gracias a sistemas básicos de información por internet.</p> <p>A continuación se mencionan algunos sistemas empleados por docentes y estudiantes para la gestión de documentos en proyectos de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none">• Moodle: Sistema de gestión de aprendizaje no especializado para la gestión de proyectos de diseño. Permite gestionar solo una fracción de toda la información generada en los proyectos de diseño. Comunicación limitada entre profesores y estudiantes.• GrabCAD: Solución de colaboración CAD que acelera el desarrollo de productos permitiendo una gestión de archivos y compromete a los socios en el proceso de diseño. [13]• Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14]• Google Drive: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma.• MEGA: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. [15] <p>La EDIUIS no cuenta con un ambiente que permita gestionar la mayor parte de la información generada en el ciclo de vida de un producto.</p>	

c. Reutilización de datos

¿Cómo se gestiona la reutilización de datos entre los distintos proyectos desarrollados en la EDIUIS?

Cuadro 14. Reutilización de datos

Nivel	Descripción
B	Algunos proyectos de diseño reutilizan información de distintos proyectos pero no existe una consciencia en la reutilización de la información por parte de todos los equipos de trabajo. No existen herramientas informáticas que apoyen la reutilización de la información. La mayoría de la información sigue siendo aislada y no compartida.
	Evidencia
<p>La EDIUIS no cuenta con un ambiente que contenga centralizada información de proyectos de diseño desarrollados. La mayoría de la información de proyectos de diseño se mantiene aislada.</p> <p>Los proyectos que reutilizan información están generalmente conformados por integrantes que han participado activamente en dichos proyectos.</p>	

3.5 COLABORACIÓN E INTEGRACIÓN

a. Comunicaciones internas

¿Cuáles son las principales herramientas de intercambio de información y comunicación utilizadas por los equipos de trabajo durante el desarrollo de un producto?

Cuadro 15. Comunicaciones internas

Nivel	Descripción
B	Las herramientas empleadas para el intercambio de información en los proyectos de diseño de la EDIUIS son básicas, desde medios de comunicación vía telefónica, mail, redes sociales, USB, papel y algunos medios de almacenamiento de datos en la nube. El intercambio de información entre los equipos de trabajo también es básico, como la duplicación de archivos para compartirlos con los integrantes del equipo. Los archivos pueden ser vistos por los integrantes del equipo pero su edición se encuentra gestionada de forma individual.
	Evidencia
<p>A continuación se mencionan las herramientas de intercambio de información más difundidas en la EDIUIS durante el desarrollo de proyectos.</p> <p>Medios físicos empleados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuadernos de bocetos; es el medio predilecto para almacenar y gestionar la mayor parte de la información generada en los proyectos de diseño. Esta herramienta limita en gran medida el trabajo colaborativo y limita la gestión de la información generada. <p>Medios digitales empleados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moodle: Sistema de gestión de aprendizaje no especializado para la gestión de proyectos de diseño. Se diseñó con el fin de facilitar al recurso docente un 	

seguimiento a las actividades generadas por estudiantes. Esta herramienta no posee opciones para gestionar información de proyectos de diseño de manera eficiente o eficaz.

- Programas CAD: Programas enfocados para facilitar el diseño y desarrollo de archivos que favorezcan las fases iniciales del ciclo de vida de un producto tales como la imaginación, definición y realización. Es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. [17]
- Redes sociales: Estos medios de comunicación son ampliamente usados en el desarrollo de proyectos de diseño debido a la optimización en las comunicaciones vía chat. Posee opciones muy básicas de intercambio de archivos. No es recomendable para la gestión de archivos de proyectos de diseño. Entre las redes más usadas se encuentra el Facebook.
- Mail: Sistema básico de intercambio de información y archivos, este no se encuentra especializado en gestión de información para proyectos de diseño. La capacidad de intercambio de archivos está limitada a las dimensiones de los archivos en kilobytes.
- Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14]
- Google Drive: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma.

Medios digitales disponibles pero empleados escasamente por la EDIUIS para el intercambio de información y comunicación en proyectos de diseño.

- GrabCAD: Solución de colaboración CAD que acelera el desarrollo de productos permitiendo una gestión de archivos y compromete a los socios en el proceso de diseño [13]

La EDIUIS posee una variada opción de herramientas de comunicación e intercambio de información a emplearse durante el desarrollo de proyectos de diseño. Sin embargo ninguna de estas opciones aporta soluciones para una gestión eficiente de información en los proyectos de diseño, más allá de comunicación básica u opciones limitadas de intercambio y almacenamiento de archivos.

Dichos medios físicos y digitales actualmente empleados permiten gestionar la información de forma aislada, descentralizada y con difícil acceso por todos los integrantes de un proyecto. La diversificación en herramientas empleadas en la comunicación de equipos de trabajo en proyectos de diseño en la EDIUIS es una consecuencia de la falencia de dichos medios para gestionar la información de forma efectiva, coherente, centralizada, precisa y segura.

b. Comunicaciones externas

¿Se disponen de herramientas adecuadas para compartir información de productos con agentes externos y promover la colaboración interdisciplinar?

Cuadro 16. Comunicaciones externas

Nivel	Descripción
B	La EDIUIS cuenta con herramientas básicas para compartir información de proyectos desarrollados con agentes externos. Dichas herramientas no se especializan en la gestión de información de diseño. Herramientas como el correo electrónico, redes sociales, USB y medios físicos como papel son usadas para este fin. La EDIUIS no posee un método o protocolo para compartir información con agentes externos.
	Evidencia
<p>La EDIUIS carece de herramientas diseñadas específicamente para los proyectos de diseño, que faciliten una comunicación de equipos de trabajo con agentes externos, limitando el trabajo colaborativo. Existen herramientas físicas y digitales para gestionar información con agentes externos.</p> <p>Medios físicos empleados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuadernos de bocetos; es el medio predilecto para almacenar y gestionar la mayor parte de la información generada en los proyectos de diseño. Esta herramienta limita en gran medida el trabajo colaborativo y limita la gestión de la información generada. <p>Medios digitales empleados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redes sociales: Estos medios de comunicación son ampliamente usados en el desarrollo de proyectos de diseño debido a la optimización en las comunicaciones vía chat. Posee opciones muy básicas de intercambio de archivos. No es recomendable para la gestión de archivos de proyectos de diseño. Entre las redes más usadas se encuentra el Facebook. • Mail: Sistema básico de intercambio de información y archivos, este no se encuentra especializado en gestión de información para proyectos de diseño. La capacidad de intercambio de archivos está limitada a las dimensiones de los archivos en kilobytes. • Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14] • Programas CAD: Programas enfocados para facilitar el diseño y desarrollo de archivos que favorezcan las fases iniciales del ciclo de vida de un producto tales como la imaginación, definición y realización. Es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. [17] 	

c. Trabajo en equipo

¿Se dispone de tecnologías para trabajar de manera colaborativa en el diseño de un mismo producto?

Cuadro 17. Trabajo en equipo

Nivel	Descripción
B	La EDIUIS cuenta con tecnologías que permitan el trabajo colaborativo dentro de los proyectos de diseño. Dichas tecnologías son básicas y permiten una comunicación básica entre los integrantes del proyecto. Dichas tecnologías no han sido diseñadas para el trabajo colaborativo en proyectos de diseño.
	Evidencia
<p>Las tecnologías de trabajo colaborativo en la EDIUIS son básicas, limitando el trabajo colaborativo durante el diseño de productos. Debido a la carencia de ambientes de trabajo colaborativo, la gestión de archivos se realiza de forma descentralizada, duplicando un mismo archivo para permitir el trabajo colaborativo. El almacenamiento de la información generada es almacenada de manera aislada y descentralizada, limitando una vez más el trabajo colaborativo</p> <p>Tecnologías disponibles:</p> <ul style="list-style-type: none">• Programas CAD: Programas enfocados para facilitar el diseño y desarrollo de archivos que favorezcan las fases iniciales del ciclo de vida de un producto tales como la imaginación, definición y realización. Es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. [17]• Redes sociales: Estos medios de comunicación son ampliamente usados en el desarrollo de proyectos de diseño debido a la optimización en las comunicaciones vía chat. Posee opciones muy básicas de intercambio de archivos. No es recomendable para la gestión de archivos de proyectos de diseño. Entre las redes más usadas se encuentra el Facebook.• Mail: Sistema básico de intercambio de información y archivos, este no se encuentra especializado en gestión de información para proyectos de diseño. La capacidad de intercambio de archivos está limitada a las dimensiones de los archivos en kilobytes.• Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14]	

d. Proceso de fabricación

¿Se realiza una coordinación eficiente en las fases del ciclo de vida de proyectos de diseño que permitan optimizar los tiempos de desarrollo?

Cuadro 18. Proceso de fabricación

Nivel	Descripción
B	<p>Existe una coordinación básica entre las fases del ciclo de vida. La EDIUIS posee marcos definidos al desarrollo de proyectos y metodologías a emplear, sin embargo la carencia de herramientas enfocadas al trabajo colaborativo limitan a una gestión lineal entre las fases del ciclo de vida de un producto. La falta de una coordinación eficiente impide una correcta gestión de configuración y cambios entre los flujos de trabajo dentro del ciclo de vida de los proyectos de diseño.</p>
Evidencia	
<p>Gracias a un marco de gestión de proyectos claramente definido por la EDIUIS y el equipo docente y aplicado de manera sistemática, el desarrollo de proyectos de diseño se realiza con una coordinación básica entre las fases de imaginación, definición y realización de proyectos. Sin embargo la limitación de herramientas empleadas para la comunicación interna de equipos de trabajo imposibilita una gestión adecuada de la información generada en estas fases. La gestión de configuraciones y cambios en actividades de diseño se hace manual y escasamente, forzando a un desarrollo lineal de las actividades dentro de las fases del ciclo de vida de productos.</p>	
<p>Herramientas empleadas por la EDIUIS en la coordinación de fases del ciclo de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moodle: Sistema de gestión de aprendizaje no especializado para la gestión de proyectos de diseño. Se diseñó con el fin de facilitar al recurso docente un seguimiento a las actividades generadas por estudiantes. Esta herramienta no posee opciones para gestionar información de proyectos de diseño de manera eficiente o eficaz. • Programas CAD: Programas enfocados para facilitar el diseño y desarrollo de archivos que favorezcan las fases iniciales del ciclo de vida de un producto tales como la imaginación, definición y realización. Es el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a ingenieros, arquitectos y diseñadores. [17] • Redes sociales: Estos medios de comunicación son ampliamente usados en el desarrollo de proyectos de diseño debido a la optimización en las comunicaciones vía chat. Posee opciones muy básicas de intercambio de archivos. No es recomendable para la gestión de archivos de proyectos de diseño. Entre las redes más usadas se encuentra el Facebook. • Mail: Sistema básico de intercambio de información y archivos, este no se encuentra especializado en gestión de información para proyectos de diseño. La capacidad de intercambio de archivos está limitada a las dimensiones de los archivos en kilobytes. • Dropbox: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. Dropbox preserva la seguridad de tus archivos, los mantiene sincronizados y te permite compartirlos fácilmente. [14] • Google Drive: Sistema de almacenamiento de datos remoto y multiplataforma. 	

e. Gestión de configuración y cambios de ingeniería

¿Se gestionan los procesos de gestión de cambios de ingeniería (petición, aprobación y seguimiento) adecuadamente?

Cuadro 19. Gestión de configuración y cambios de ingeniería

Nivel	Descripción
A	No existe un procedimiento claro para la gestión de las peticiones de cambio. Usualmente se gestionan de manera manual, con comunicaciones interpersonales y mail, rara vez se documentan.
	Evidencia
Los equipos de diseño en la EDIUIS no son conscientes de un procedimiento para la gestión de peticiones de cambio. Los archivos son gestionados de forma manual y los cambios no son documentados.	

3.6 CÁLCULO DE GESTIÓN

Se definió la siguiente escala de medición para calcular el nivel de gestión de procesos dentro de la EDIUIS:

Cuadro 20. Niveles de gestión de procesos en la EDIUIS

Nivel de gestión	Escala cualitativa de gestión	Equivalencia cuantitativa de gestión
NIVEL A	Gestión Baja	1 punto
NIVEL B	Gestión Media	2 puntos
NIVEL C	Gestión Alta	3 puntos
NIVEL D	Gestión Muy alta	4 puntos

Cada pregunta posee 4 posibilidades de respuesta, cada posibilidad de respuesta se relaciona a un nivel de gestión (A, B, C, D) el cual se soporta con la evidencia asociada a la respuesta. Cada nivel de gestión posee una escala cualitativa y cuantitativa. En la medida en que se responda cada pregunta dentro de las variables de gestión (Educativa, Producto, Proyectos, Colaboración e integración), se podrá realizar una sumatoria de valores cuantitativos para así obtener el nivel de gestión total de cada variable de manera independiente.

Cuadro 21. Resultados de gestión de procesos

Variables de gestión	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	NIVEL D
	Gestión baja (Σ de puntos)	Gestión media (Σ de puntos)	Gestión alta (Σ de puntos)	Gestión muy alta (Σ de puntos)
Gestión educativa	1-4 puntos	5-8 puntos	9-12 puntos	13-16 puntos
Gestión de producto	1-4 puntos	5-8 puntos	9-12 puntos	13-16 puntos
Gestión de proyectos	1-3 puntos	4-6 puntos	7-9 puntos	10-12 puntos
Colaboración e integración	1-5 puntos	6-10 puntos	11-15 puntos	16-20 puntos

Una vez definido el nivel de cada variable de gestión, se realizó una sumatoria con los resultados de cada variable, y este resultado cuantitativo permitió medir el nivel de gestión de la EDIUIS en el manejo de información durante la definición conceptual, requerimientos, procesos, gestión de la configuración y cambios dentro del ciclo de vida de un producto.

Cuadro 22. Puntaje de cada nivel de gestión de procesos en la EDIUIS

	NIVEL A	NIVEL B	NIVEL C	NIVEL D
	Gestión baja (Σ de puntos)	Gestión media (Σ de puntos)	Gestión alta (Σ de puntos)	Gestión muy alta (Σ de puntos)
EDIUIS	1-16 puntos	17-32 puntos	33-48 puntos	49-64 puntos

3.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se agrupan los resultados de cada variable de gestión dentro del diagnóstico:

Tabla 1. Resultados gestión educativa

1. GESTIÓN EDUCATIVA			
1.	Estrategia de diseño	C	3
2.	Gestión del equipo de diseño	C	3
3.	Sistemas de información integrados	B	2
4.	Gestión del conocimiento	A	1
Total de gestión			9
NIVEL DE GESTIÓN C - Alta			

Tabla 2. Resultados gestión de producto

2. GESTIÓN DE PRODUCTO			
1.	Alcance del ciclo de vida	B	2
2.	Centralización de datos	B	2
3.	Gestión listas de materiales (BOM)	B	2
4.	Gestión de archivos CAD	C	3
Total de gestión			9
NIVEL DE GESTIÓN C - Alta			

Tabla 3. Resultados gestión del proyecto

3. GESTIÓN DEL PROYECTO			
1.	Control de proyectos	B	2
2.	Gestión documental de proyectos	B	2
3.	Reutilización de datos	B	2
Total de gestión			6
NIVEL DE GESTIÓN B - Media			

Tabla 4. Resultados colaboración e integración

4. COLABORACIÓN E INTEGRACIÓN			
1.	Comunicaciones internas	B	2
2.	Comunicaciones externas	B	2
3.	Trabajo en equipo	B	2
4.	Proceso de fabricación	B	2
5.	Gestión de configuración y cambios	A	1
Total de gestión			9
NIVEL DE GESTIÓN B - Media			

A continuación se calcula el nivel de gestión de la EDIUIS en el ciclo de vida de un producto:

Tabla 5. Resultados gestión del ciclo de vida

EDIUIS - GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA			
1.	Gestión educativa	C	9
2.	Gestión de producto	C	9
3.	Gestión del proyecto	B	6
4.	Colaboración e integración	B	9
Total de gestión			33
NIVEL DE GESTIÓN C - Alta			

4. PROCESOS DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN

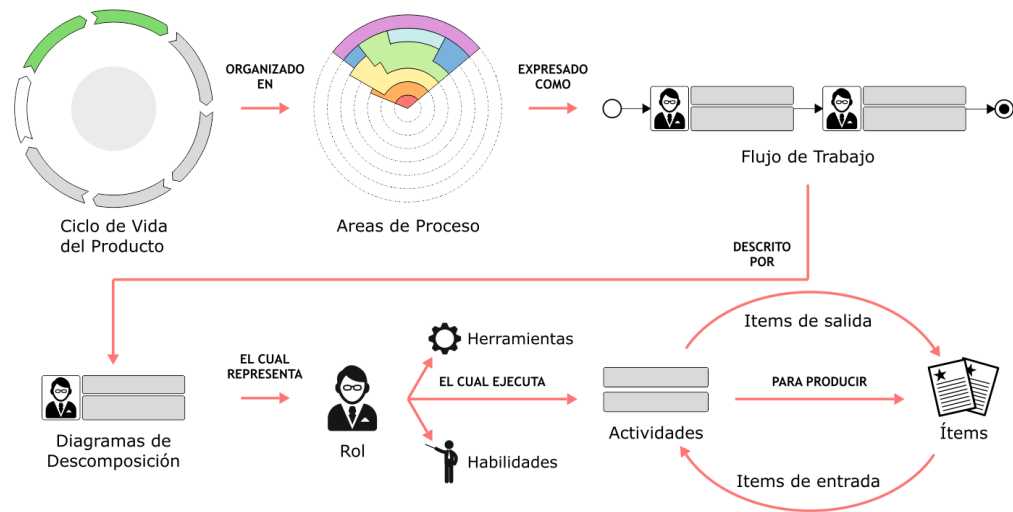
4.1 INTRODUCCIÓN AL MODELO DE VISUALIZACIÓN

El Modelo de Visualización (MV) es una secuencia de elementos y actividades que se relacionan entre sí para facilitar el desarrollo de procesos de gestión de información, convirtiendo estos modelos en una parte fundamental dentro de la gestión del ciclo de vida de un producto, pues traducen cada fase del ciclo de vida en flujos de trabajo. Estos flujos de trabajo son una representación organizada del desarrollo de actividades para producir un resultado de diseño deseado. Los flujos de trabajo están compuestos por elementos tales como personas, roles, métodos de desarrollo de diseño, habilidades, herramientas, actividades, ítems de entrada, ítems entregables, entre otros. Estos elementos funcionan intrínsecamente para facilitar la gestión del ciclo de vida de productos.

La representación y diseño de los procesos de gestión de información de este proyecto se basan en los elementos que componen el modelo de visualización PLM (MV PLM) propuesto por Javier Martínez G. en su trabajo, modelo de visualización para PLM; procesos, actividades, roles e ítems involucrados en la gestión del ciclo de vida de un producto [5].

El diseño del MV PLM se realizó en base a las necesidades de gestión de información de la EDIUIS durante del desarrollo de sus talleres proyectuales, específicamente las necesidades de gestión de información presentes en Diseño VI, Diseño VII, Diseño VIII y Proyecto de Grado. Una vez se definió el MV, este fue aplicado como la base de la estrategia PLM para la correcta gestión de información generada en los proyectos de diseño dentro del estudio de caso, a través de su aplicación en un software PLM, del cual hablaremos más adelante.

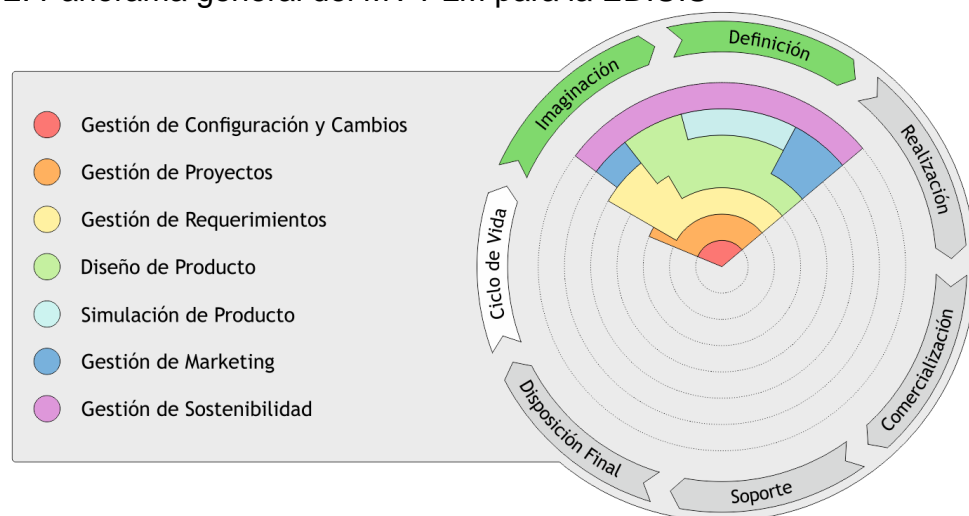
Figura 1. Descripción Gráfica del MV PLM Diseñado para la EDIUIS



La anterior figura representa los elementos que componen el MV. Este MV parte de las fases del ciclo de vida de un producto. Dado que la EDIUIS gestiona información de las fases de ideación, definición e información de marketing del área de comercialización, estas fueron las fases a tener en cuenta en el MV. Durante el desarrollo de las fases anteriormente mencionadas, se emplean áreas de proceso que permiten el desarrollo del producto, estas áreas de proceso pueden ser la gestión de requerimientos de un producto, el diseño de un producto, la gestión de sostenibilidad, entre otros. Las áreas de proceso están conformadas a su vez por variados elementos, los cuales se expresan en flujos de trabajo. Un flujo de trabajo es una representación de procesos, los cuales son desarrollados secuencialmente para obtener una determinada meta o resultado dentro del proceso de diseño. Cada flujo de trabajo es descrito a través de diagramas de descomposición, los cuales son una representación de actividades y tareas a realizar por un determinado número de roles. Los roles son asignados a personas con habilidades específicas, que mediante herramientas específicas se encargan de desarrollar actividades para generar información de valor dentro del desarrollo del proyecto, esta información generada y empleada durante el desarrollo del MV es gestionada a través de ítems de entrada y salida de cada actividad. Dicho de una manera sencilla, el modelo de visualización pretende definir qué se debe hacer, como se debe hacer, cuando se debe hacer y quien se encargará de hacer las actividades necesarias que darán como resultado el cumplimiento de objetivos y metas propuestos dentro del proceso de diseño de productos.

La siguiente figura muestra la visión general del modelo de visualización, relacionando fases del ciclo de vida aplicadas en la EDIUIS con áreas de proceso involucradas en las fases para el diseño de productos. El círculo externo con el ciclo de vida representa una línea temporal del producto y las secciones internas del círculo representan las áreas de proceso. El grosor de las secciones representa el énfasis en el área durante ese determinado periodo de tiempo.

Figura 2. Panorama general del MV PLM para la EDIUIS



4.2 CONCEPTOS CLAVES DEL MV PLM PARA LA EDIUIS

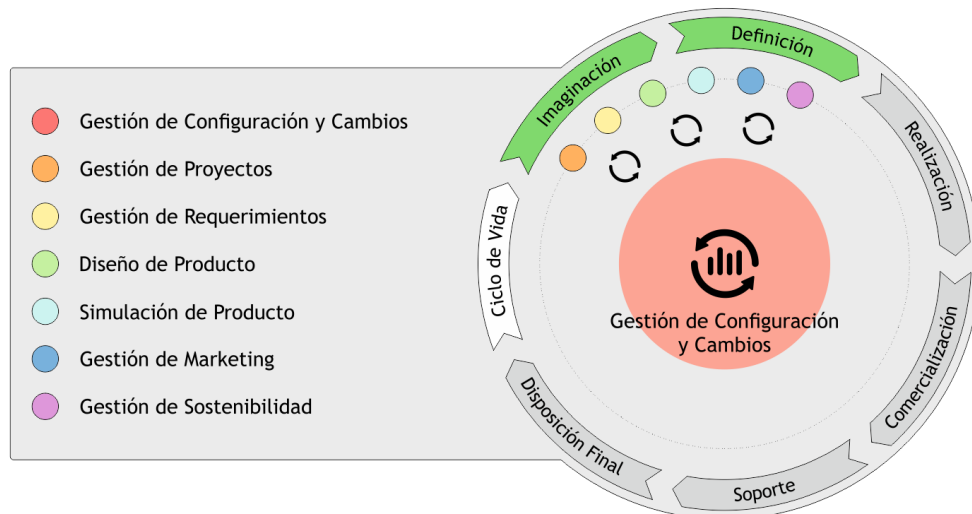
Un proceso está bien descrito si es claro quien hace que, como y cuando. El Proceso Racional Unificado, o RUP por sus siglas en ingles usa cuatro elementos de modelado primarios [18]:

- **Flujo de trabajo:** Representa el “cuando” en el MV.
- **Actividad:** Representa el “como” en el MV.
- **Rol:** Representa el “quien” en el MV.
- **Ítem:** Representa el “que” en el MV.

Los anteriores elementos fueron empleados para interactuar entre sí, formando las áreas de proceso del Modelo de Visualización PLM diseñado para la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander (MV PLM EDIUIS), y así facilitar la gestión de información durante el desarrollo de proyectos, facilitando el trabajo colaborativo. A continuación se describe en detalle los conceptos que componen el MV PLM EDIUIS.

4.2.1 Áreas de proceso. Las áreas de proceso representan el desarrollo de una secuencia de actividades dentro de un ámbito común, encaminadas alcanzar metas y objetivos comunes que aporten valor al producto y su ciclo de vida. Para comprender fácilmente el orden correlativo de las actividades y su desarrollo, estas son agrupadas en flujos de trabajo, que ejecutados permiten el desarrollo de las áreas de proceso. En la siguiente figura muestra las áreas de proceso en el MV PLM EDIUIS.

Figura 3. Áreas de Proceso del MV PLM EDIUIS



Para facilitar la representación gráfica de las áreas de proceso y la interpretación de elementos que representan cada área, estas poseen colores representativos

mostrados en la anterior gráfica. Las siete áreas de proceso del MV PLM EDIUIS, están basadas en el análisis de actividades realizado en el estudio de necesidades de gestión de información, desarrollado en este proyecto y explicado en el capítulo dos. Gracias a un análisis de actividades en los talleres proyectuales Diseño VI, Diseño VII, Diseño VIII y Proyecto de grado, se determinó que estas áreas de proceso eran necesarias llevar a cabo el desarrollo de proyectos en la EDIUIS, al igual que las actividades y elementos que conforman las mismas. Cabe resaltar que las áreas de proceso no se desarrollan de forma lineal, pues varias actividades deben ser desarrolladas simultáneamente para permitir el cumplimiento de las actividades en las diversas áreas. A continuación se describe en detalle las áreas de proceso.

- **Gestión de configuración y cambios (CM):** Es el área de proceso más importante dentro del MV PLM EDIUIS pues permite la gestión de ítems e información generada en el modelo de visualización de manera íntegra, manteniendo un control en el cambio de ítems e información producida. Según la guía PMBOK [19], esta área involucra las siguientes actividades:

- Identificación la configuración de los ítems
- Controlar cambios a los ítems
- Informar el estado de configuración de los ítems
- Auditar los cambios realizados a los ítems

Comúnmente cierta cantidad de personas son asignadas a variadas actividades dentro del ciclo de vida de un producto, pero gracias a esta área de proceso es posible gestionar y controlar todos los ítems generados dentro de un proyecto y sus áreas de proceso.

- **Gestión de Proyectos (GP):** El desarrollo de proyectos en la EDIUIS está enmarcado dentro del calendario académico de la Universidad Industrial de Santander y los objetivos de formación educativa dentro de la EDIUIS. Sin embargo para el desarrollo de proyectos en los talleres de diseño es necesario que el equipo docente y estudiante tengan a disposición actividades que les permitan planificar los proyectos, ejecutarlos y hacerles seguimiento.

Esto es posible gracias a una planeación iterativa dentro del proyecto a desarrollar. Los responsables del proyecto pueden adaptar el MV PLM EDIUIS con esta planeación de acuerdo al marco de necesidades educativas o la complejidad del desarrollo del proyecto. Una vez definida la planeación iterativa esta área de proceso permite adaptar el ambiente PLM propuesto en este trabajo para un correcto desarrollo del proyecto, y finalmente ejecutar y hacer un monitoreo de las actividades ejecutadas.

- **Gestión de Requerimientos (GR):** Esta área de proceso es vital para un correcto desarrollo del producto pues a través de su flujo de trabajo se puede definir la visión del producto y los requerimientos que deben ser gestionados

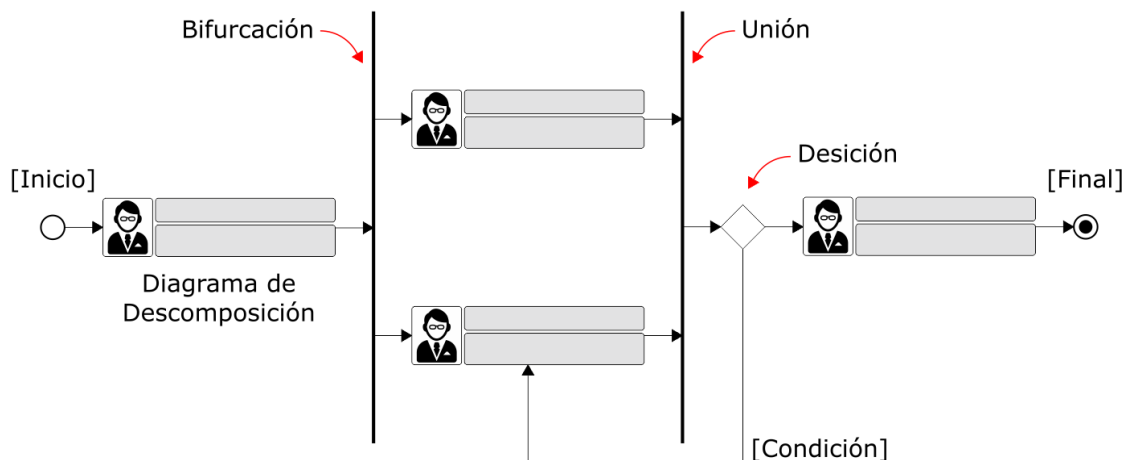
para materializar el producto durante el desarrollo del proyecto. Para poder definir los requerimientos es necesario hacer un análisis del usuario final, identificando las necesidades que el producto puede satisfacer. Gracias a las necesidades del usuario final y a las necesidades del equipo de diseño al momento de desarrollar el producto es que se definen los requerimientos.

- **Diseño de Producto (DP):** Esta área de proceso permite materializar a través de sus actividades los distintos requerimientos a cumplir dentro del área de gestión de requerimientos. Dentro de esta área se ejecuta el desarrollo de conceptos e ideas que permitirán moldear el diseño final del producto. Una vez seleccionado el diseño final se desarrollan las actividades de diseño de detalle, en donde se materializan los componentes que hacen parte del diseño gracias al soporte de herramientas CAD. A través del área de Simulación de Producto y la Gestión de Requerimientos se va moldeando y detallando aún más el producto a desarrollar, hasta el punto que este permita satisfacer las expectativas y requerimientos del proyecto. Para materializar el producto que satisface los requerimientos del proyecto se diseña y lleva a cabo un plan de manufactura del concepto final.
- **Simulación de Producto (SP):** Esta área de proceso es importante pues en ella se valida y verifica que el diseño del producto cumpla con los requerimientos establecidos por el equipo de docentes y estudiantes en el área de gestión de requerimientos, brindando un desarrollo coherente y bien encaminado, cumpliendo de esta manera el propósito del diseño del producto. Esta área de proceso consta de actividades de simulación, en donde se identifican los requerimientos y criterios para garantizar una correcta evaluación de los ítems a evaluar.
- **Gestión de Marketing de Producto (GM):** El marketing está definido como una estrategia para transmitir a los clientes y usuarios finales el valor de un producto y las funciones que este ofrece al mercado. A pesar que en la EDIUIS no existen actividades para transmitir el valor de los proyectos desarrollados a los usuarios finales, si existen requerimientos educativos que implican la ejecución de ítems de marketing para transmitir el valor del desarrollo proyectual al equipo docente y estudiantil, y estos ítems van desde artículos científicos, posters, libros de diseño, stands, sustentaciones de proyecto, y la demás parafernalia de herramientas que soportan la transmisión del valor del producto a su entorno. Las actividades presentes en esta área de proceso pretenden dotar a docentes y estudiantes de la EDIUIS con medios para definir y ejecutar los requerimientos de marketing de los proyectos.
- **Gestión de Sostenibilidad de Producto (GS):** Todo producto debe tener en cuenta el impacto de sostenibilidad que posee durante su ciclo de vida, valorando que los elementos que requiere dicho producto para ser

desarrollado, al igual que los elementos producidos durante el ciclo de vida no impacten negativamente su entorno, y en los talleres proyectuales de la EDIUIS debe preservarse este principio de sostenibilidad. El MV PLM EDIUIS ha adaptado en su área de proceso actividades encaminadas a la identificación de requerimientos de sostenibilidad durante el desarrollo de proyectos, que mediante el área de gestión de requerimientos, dichos requerimientos de sostenibilidad serán gestionados para garantizar su cumplimiento.

4.2.2 Flujos de trabajo. Un flujo de trabajo es una representación de procesos, los cuales son desarrollados secuencialmente para obtener una determinada meta o resultado dentro del proceso de diseño. Cada flujo de trabajo está compuesto por variados elementos para el desarrollo de actividades y tareas a realizar, las cuales producirán información de valor para el cumplimiento de las metas del proceso de diseño. Dado que los flujos de trabajo son diseñados para áreas de proceso con fines específicos de cada área, la duración, complejidad y objetivo de las actividades a desarrollar en los flujos de trabajo pueden variar, y por esta razón se han agrupado estas actividades en Diagramas de Descomposición (DD), el cual busca agrupar las actividades a desarrollar con fines similares. Cabe destacar que para cada área de proceso del MV PLM EDIUIS se diseñó un flujo de trabajo.

Figura 4. Representación Gráfica de los Flujos de Trabajo del MV PLM EDIUIS



Para facilitar la interpretación de los flujos de trabajo, estos han empleado el lenguaje unificado de modelado (UML). Este lenguaje se encuentra respaldado por el grupo de gestión de objetos (OMG). El UML es empleado para diseñar y documentar sistemas con una ejecución de actividades específicas, y a través de su representación gráfica transmitir fácilmente las actividades que conforman el sistema.

En la representación gráfica de un flujo de trabajo, cada flujo de trabajo posee un inicio y un final. Recordemos que durante el desarrollo del MV PLM EDIUIS, varios

flujos de trabajos pueden ser desarrollados simultáneamente pues su desarrollo no es lineal, y la información producida en un flujo de trabajo puede ser útil a una actividad dentro de otro flujo de trabajo. Los diagramas de descomposición (DD) se encuentran conectados por flechas, estas flechas representan el desarrollo secuencial que posee el flujo de trabajo. Otro elemento importante de los flujos de trabajo son las decisiones, donde se supervisa y evalúa el desarrollo de las actividades e información producida en el flujo de trabajo. Si la información producida cumple los criterios de evaluación del elemento decisión, el flujo de trabajo continuará con el siguiente DD, de lo contrario, el flujo de trabajo seguirá la flecha de condición para desarrollar nuevamente las actividades necesarias hasta cumplir los criterios de evaluación.

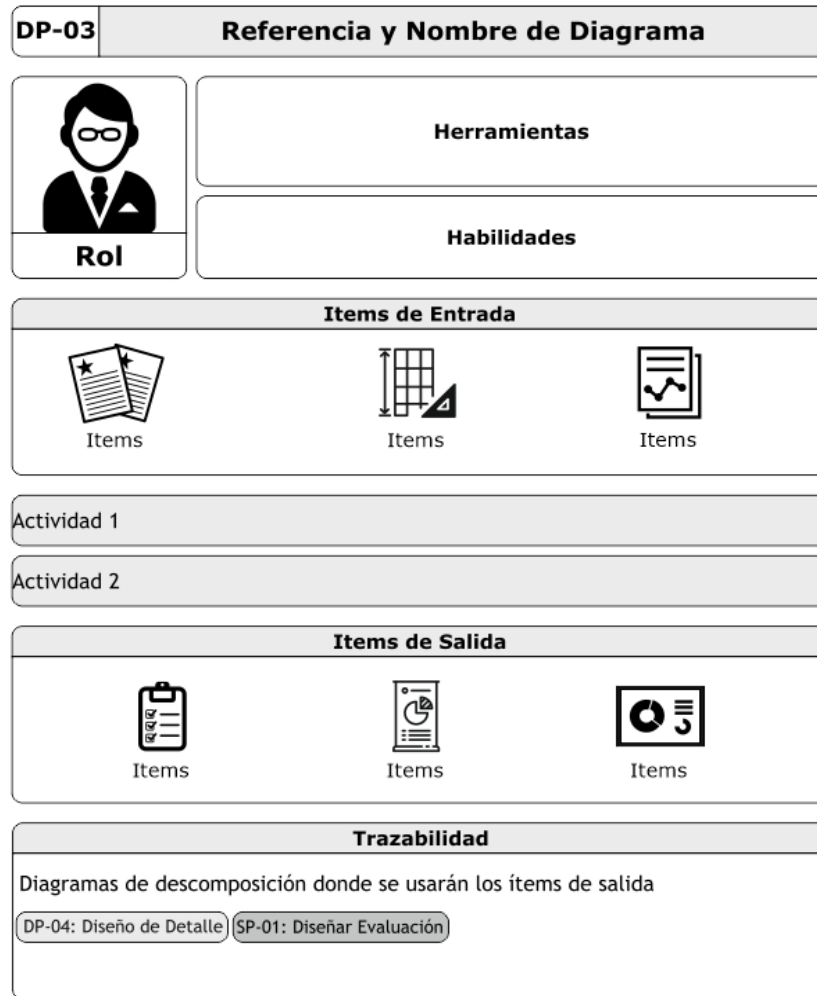
4.2.3 Diagrama de descomposición. Los diagramas de descomposición (DD) es una agrupación de actividades las cuales su desarrollo conlleva al cumplimiento de fines o metas similares. Para facilitar la interpretación de los DDs se ha empleado el proceso racional unificado (RUP) el cual se usa principalmente para el desarrollo de software iterativo. El RUP fue diseñado por la Corporación de Software Racional, una división de IBM.

Este proceso es un marco de procesos adaptables, destinado a ser adaptado por las organizaciones de desarrollo y equipos de proyecto de software los cuales seleccionan los elementos del proceso que son apropiados a sus necesidades. [20]

Un diagrama de descomposición en el MV PLM EDIUIS emplea seis elementos para su ejecución y desarrollo, estos elementos son los roles, habilidades, herramientas, actividades, ítems y trazabilidad. Dichos elementos serán descritos en detalle más adelante.

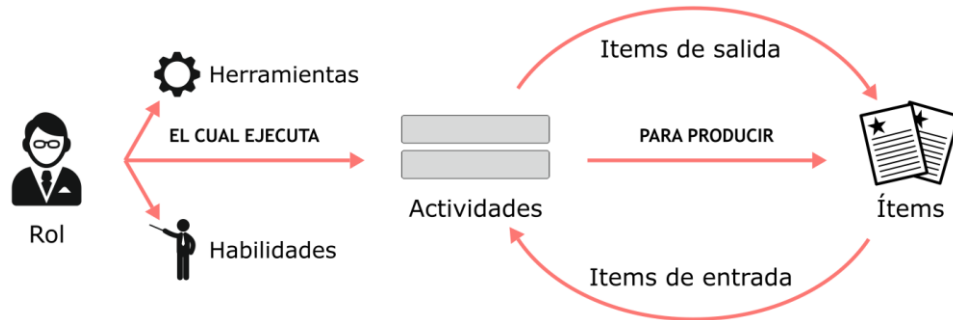
Finalmente se debe recalcar que debido a la estrecha relación en el desarrollo de actividades de las distintas áreas de proceso, existen DDs que agruparán actividades que deberán ejecutarse con actividades de otras áreas de proceso. Estas actividades especiales se mostrarán gráficamente con el color representativo del área de proceso en la cual serán desarrolladas. Un ejemplo de esto son las actividades de simulación dentro del área de Diseño de Producto (DP). Estas actividades a pesar de hacer parte del diseño de producto requieren de actividades del área de Simulación de Producto (SP) para desarrollarse.

Figura 5. Representación gráfica de un DD en el MV PLM EDIUIS



4.2.4 Rol. Un rol es la representación de permisos y funciones específicas necesarias para la ejecución de actividades en el MV PLM EDIUIS y que pueden ser asignado a uno o varios usuarios que hagan parte del proyecto. Recordemos que un usuario es la representación de una persona dentro de un proyecto, por lo tanto no debe confundirse con un rol. Un rol puede ser responsable de la ejecución de un determinado número de actividades. Así por ejemplo el rol del diseñador de producto es ejecutar actividades relacionadas con el diseño de un producto, y este rol puede ser asignado a uno o varios usuarios dentro de un proyecto. Si un usuario no puede ejercer su rol de diseñador de producto, este rol puede ser asignado a otro usuario dentro del MV PLM EDIUIS.

Figura 6. Representación gráfica de un rol y su relación con elementos dentro de un DD



4.2.5 Habilidades. Elemento que define el conjunto de destrezas y talentos que un rol debe poseer para el desarrollo de las actividades dentro del DD. Describe “quien” participa dentro de un DD en base a sus habilidades.

4.2.6 Herramientas. Elemento que define el conjunto de herramientas que un rol debe poseer para el desarrollo de las actividades dentro del DD. Más que un apoyo de recursos físicos, las herramientas se refieren a metodologías y software empleado para el desarrollo de actividades. Las herramientas representan una parte del “como” será el desarrollo de actividades en base a las herramientas.

4.2.7 Ítems. Elemento que define “que” será producido en el desarrollo de actividades dentro de un DD. De igual forma los ítems deben emplearse en las actividades dentro de un DD para su desarrollo. Recordemos que la finalidad de las actividades dentro de un DD es producir valor al ciclo de vida de un producto y su desarrollo a través de la generación de información que es almacenada en ítems.

Los ítems empleados para el desarrollo de actividades están representados gráficamente por el elemento Ítems de Entrada. De igual manera los ítems producidos por una actividad son representados gráficamente por el elemento Ítems de Salida. Los ítems de entrada para el desarrollo de actividades en un DD pueden provenir de cualquier otro DD de cualquier área de proceso. Gracias a la integración del MV PLM EDIUIS con un software PLM para ejecutar la estrategia PLM propuesta en este proyecto, es posible gestionar de forma precisa todos los ítems generados durante el ciclo de vida de un producto, facilitando la gestión de información y el trabajo colaborativo.

4.2.8 Actividades. Elemento que define “como” se producirá valor al ciclo de vida de un producto y su desarrollo. Las actividades requieren de un rol, unas herramientas y unas habilidades específicas que al ser empleadas en el desarrollo de dichas actividades producirán valor a través de información almacenada en ítems. Toda actividad generalmente genera ítems y algunas actividades pueden producir varios ítems. Generalmente cada actividad del MV PLM EDIUIS posee

unos objetivos claros a obtener y estos objetivos se materializan en la información contenida en los ítems generados. Algunas actividades poseen tareas específicas a ejecutar para completar la actividad, como es el caso de las actividades del área de proceso CM.

La manera de medir el desarrollo del ciclo de vida del producto en la estrategia PLM propuesta en este proyecto es a través del desarrollo de actividades de las áreas de proceso dentro del software PLM.

4.2.9 Trazabilidad. Elemento que permite visualizar los ítems generados dentro del DD, que serán empleados para el desarrollo de actividades en otros DDs, en cualquier área de proceso. Recordemos que toda actividad genera información almacenada en ítems, y esta es empleada en otras actividades dentro del MV PLM EDIUIS. Para representar gráficamente los DDs que podrían emplear los ítems generados, se emplea el elemento trazabilidad.

Gracias al software PLM donde se aplicará el MV PLM EDIUIS, es posible controlar y definir la trazabilidad de los ítems durante el desarrollo de la estrategia PLM.

4.3 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS DE PROCESO DEL MV PLM EDIUIS

A continuación se analizará en detalle las áreas de proceso del MV PLM EDIUIS.

4.3.1 Gestión de configuración y cambios. Como se mencionó anteriormente el área de gestión de configuración y cambios (CM) permite la gestión de ítems e información generada dentro del MV PLM EDIUIS de manera íntegra, manteniendo la información clave relacionada con los las actividades relacionadas a las demás áreas de proceso. Esta área de proceso es facilitada gracias a un software PLM que permite identificar la configuración de los ítems, controlar los cambios realizados a dichos ítems, informar el estado de configuración de los ítems, y auditar los cambios realizados a los ítems. De igual forma el software PLM almacena todos los procesos asociados al área CM permitiendo un re-uso de la información en futuros procesos de revisión o reutilización de datos.

Gracias a esta área de proceso, el desarrollo proyectual se hace de forma más controlada y técnica, aumentando al mismo tiempo la calidad de desarrollo en los productos.

Aras Innovator en su guía de uso [21] define varios roles agrupados en el Grupo de Gestión de Cambios (CMG), estos roles son llamados los especialistas de cambios:

- **Especialista de Cambios I (CSI):** La primera función de un especialista de cambios es la gestión de cambios solicitados durante su fase de análisis dentro de una solicitud de cambio.

- Especialista de Cambios II (CSII): La segunda función es la gestión de implementaciones de cambios.
- Especialista de cambios III (CSIII): La tercera función es el auditar y liberar de todo requerimiento nuevo o revisado.

Los especialistas coordinan y guían los procesos de cambio. A pesar que las peticiones de cambios o notificación de problemas pueden ser insertados por otras identidades, los especialistas de cambios toman las decisiones para llevar estos cambios de un estado a otro.

Existen tres ítems básicos en la gestión de cambios:

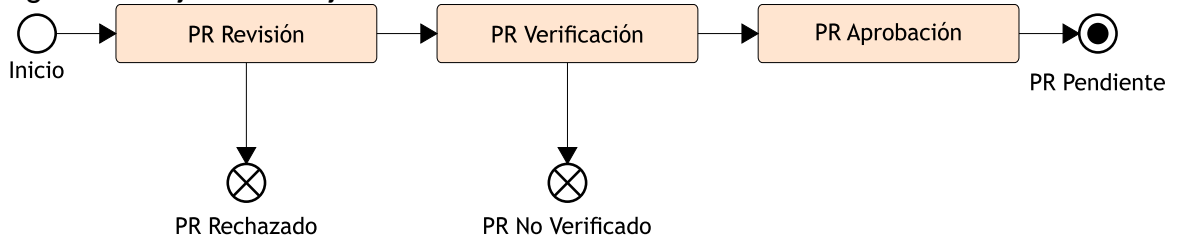
- Reporte de un Problema (PR): Usado para reportar cualquier problema con un ítem dentro del ambiente PLM, sea una parte o documento, puede ser iniciado por cualquier identidad dentro de la estrategia PLM.
- Petición de Cambio de Ingeniería (ECR): Usado para solicitar un cambio a un ítem dentro del ambiente PLM, sea una parte o un documento.
- Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN): Usado para realizar cambios a un ítem, sea una parte o documento, así como la notificación de que dichos ítems fueron cambiados, modificados o eliminados.

A continuación se describe cada ítem de esta área de proceso:

- **Reporte de un problema (PR)**

Un PR es usado para reportar cualquier problema encontrado. No fuerza la resolución del problema, y tampoco inicia el proceso correctivo. Cuando el PR es creado, simplemente alerta a la CM que un error con alguna parte o documento ha sido encontrada. Este PR será posteriormente revisado, verificado y aprobado. Por supuesto este PR también podría ser rechazado. Un estudiante, un docente o cualquiera que tenga acceso a la parte o documento en cuestión podría crear un PR. Para una compañía de servicios, un PR podría ser una llamada de quejas recibida de un cliente. Ahora observemos el mapa del flujo de trabajo de un PR para entender que sucede una vez que un PR es creado dentro del sistema (observar figura).

Figura 7. Flujo de trabajo PR



Cuadro 23. Términos de flujo de trabajo PR

Estado	Actividad	Puede Agregar	Obtiene	Actualización	Eliminar	Puede Cambiar Acceso	Promover a siguiente estado	Actualizar Actividad
Enviado	PR Revisar	Cualquier Id.	Cualquier Id., Creador, Id. CM	Creador, Id. CM		Identidad CM	Interno	Id. Change Specialist I
Rechazado	PR Rechazado		Cualquier Id., Id. CM	Identidad CM		Identidad CM	Estado Final	
En Verificación	PR Verificar		Cualquier Id., Creador, Id. CM	Creador, Id. CM		Identidad CM	Interno	Propietario
No Verificado	PR No Verificado		Cualquier Id., Id. CM	Identidad CM		Identidad CM	Estado Final	
Verificado	PR Aprobado		Cualquier Id., Id. CM	Identidad CM		Identidad CM	Interno	Id. Change Specialist I
Pendiente	PR Pendiente		Cualquier Id., Id. CM	Identidad CM		Identidad CM	Id. CM	
Cerrado			Cualquier Id., Id. CM					

Quando un PR es creado y guardado dentro del sistema, el proceso del flujo de trabajo es iniciado e inmediatamente entra a la actividad de revisión PR. El Especialista de Cambios I (CSI) es responsable por revisar el PR, y tomar una decisión entre rechazar el PR, o enviarlo a la siguiente fase de verificación. Si un PR es enviado a través del curso de verificación, el CSI asigna un “propietario” a este PR. Un propietario es un ingeniero responsable por la investigación necesaria para verificar e identificar el problema con precisión. Durante la verificación de la actividad PR, el propietario verifica el PR, realiza la investigación pertinente, introduce la información resultante dentro de un formato de PR, y luego toma la decisión de aprobar el documento, o rechazarlo. Si es rechazado, el PR entra a la actividad de PR no verificado. Si es verificado, el PR entra a la actividad de PR aprobado. Durante esta actividad dentro del proceso, el CSI observa el formato de PR, se cerciora de que toda la información necesaria ha sido incluida y promueve el PR a la actividad PR pendiente. Aquí se encuentra otra vista de que es lo que sucede en términos de roles y permisos mientras el PR viaja a través de las actividades del flujo de trabajo y sus correspondientes estados del ciclo de vida. El propietario del PR es quien se ha descrito arriba, el creador es quien inicialmente crea el PR, y el CMG es el grupo de gestión de cambios.

Los estados de un PR son – PR Rechazado, PR no verificado y PR pendiente son estados empleados para clasificar los PRs en los reportes.

- **Petición de Cambio de Ingeniería (ECR)**

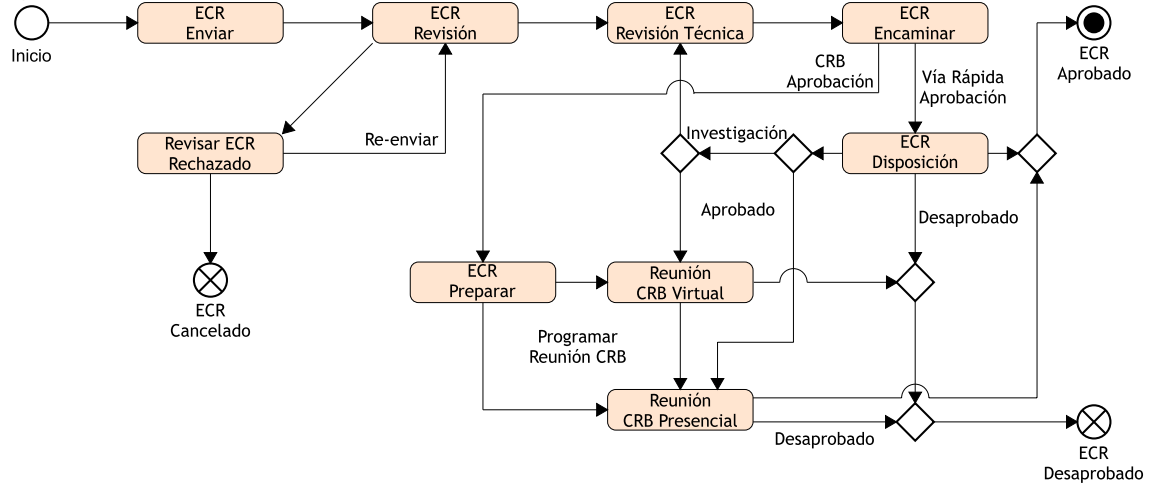
Un ECR puede ser la respuesta a algún PR o el resultado de un pensamiento pro-activo usado para identificar un problema. Un ECR es archivado a una petición de cambio a partes o documentos cuando algún problema se presenta, o algún problema ocurrirá si ninguna acción correctiva ha sido ejecutada. Por supuesto un ECR archivado a prevenir problemas y mejorar un producto es mejor que un ECR archivado para corregir un problema que ya existe, pues permite más tiempo para el diseño de una solución y un enfoque exhaustivo que tendría en cuenta todas las

ramificaciones del cambio propuesto. Algunas veces un ECR es asociado para corregir un problema en específico, que no posea consecuencias de largo alcance, por lo tanto este podría pasar rápidamente por el sistema o flujo de trabajo usando el método de vía rápida.

El flujo de trabajo del ECR comienza con el envío de una “actividad ECR”. El creador de un ECR debe votar para enviar el ECR, designando que el ECR está listo para una revisión. El ECR luego entra a la “actividad de revisión ECR”, asignada al Especialista de Cambios I (CSI). El CSI revisa toda la información para una “revisión técnica”. Si el CSI decide rechazar el ECR, este vuelve a su creador, el cual puede revisar el ECR rechazado con comentarios del CSI, y luego tiene la opción de re-enviar o cancelar el ECR. Si el CSI decide proceder con el ECR para un análisis técnico, entonces asignará un “Propietario” al ECR. El propietario es la persona responsable del análisis técnico, alguien que puede identificar y verificar no solamente el problema en sí, sino que posea la suficiente experiencia para visualizar las ramificaciones del problema, y su solución. El propietario recibe el ECR cuando este entra a la actividad de “Revisión Técnica”. El propietario realiza la revisión técnica y provee datos, comentarios y recomendaciones, luego envía el ECR a su siguiente actividad, “Encaminar ECR”. En esta actividad el CSI vuelve a recoger el ECR para revisarlo y tomar una decisión, ¿Debe este ECR ir por la vía rápida o es necesario una participación total de la Junta de Revisión de Cambios (CRB)? Diferentes compañías poseen diversos criterios para tomar una decisión. Usualmente esta decisión depende de la estimación de costes, tiempos, y la naturaleza del problema. Sin embargo, el CSI posee la autoridad para tomar esta decisión, pues él puede decidir entre una aprobación de vía rápida o una aprobación por CRB.

Si el CSI escoge la vía rápida, el ECR entra a su siguiente actividad, “disposición de ECR” en la cual el propietario una vez más se hace responsable del ítem. En este punto el propietario es quien toma la decisión de aprobar o desaprobado el ECR, de igual forma el propietario puede enviar el ECR de vuelta a una investigación. Estas actividades completan la vía rápida. Volviendo a la decisión del CSI entre la aprobación de vía rápida o la aprobación por CRB, si el CSI decide seleccionar una aprobación por CRB, entonces el ECR entra en la nueva actividad “preparar el ECR”. El CSI es responsable de decidir si una reunión de CRB es necesaria, o si una reunión virtual de CRB bastará. El CSI también prepara toda la información necesaria para presentar durante la reunión CRB. Cualquiera sea el caso, sea una reunión presencial o vía online, el CRB selecciona una de las siguientes opciones: Solicitar mayor información, aprobar el ECR, o desaprobado el ECR. La figura siguiente muestra todos los estados, actividades del flujo de trabajo, y permisos para cada uno.

Figura 8. Flujo de trabajo ECR



Cuadro 24. Términos de flujo de trabajo ECR

Estado	Actividad	Puede Agregar	Obtiene	Actualización	Eliminar	Puede Cambiar Acceso	Promover a Siguiente Estado	Actualizar Actividad
Nuevo		Cualquier Id.	Cualquier Id., Creador, Id. CM	Creador, Id. CM		Id. Change Specialist		Automático
Enviado	ECR Enviar		Cualquier Id., Creador, Id. CM	Creador, Id. CM		Id. Change Specialist	Interno	Creador
En Revisión	ECR Revisión		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Id. CSI
En Revisión	Revisar ECR Rechazado		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Creador
En Revisión	ECR Revisión Técnica		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Propietario
En Revisión	ECR Encaminar		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Id. CSI
Cancelado	ECR Cancelado		Cualquier Id., Id. CM				Interno	
En CRB			Cualquier Id., Id. CM	Id. CM				
En CRB	ECR Disposición		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Propietario
En CRB	ECR Preparar		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Id. CSI
En CRB	Reunión CRB Virtual		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Id. CRB
En CRB	Reunión CRB Presencial		Cualquier Id., Id. CM	Id. CM			Interno	Id. CSI
Desaprobado	ECR Desaprobado		Cualquier Id.				Estado Final	
Liberado	ECR Aprobado		Cualquier Id.				Estado Final	

Estados finales de un ECR: ECR Cancelado, ECR Aprobado, ECR Desaprobado, son estados que emplea el ECR para mantener un control dentro de todo el sistema ECR. De igual forma que los PRs, existen dos tipos de reporte disponibles para visualizar un ECR: El Informe ECR y el Informe de Registro ECR. Un Informe de registro ECR muestra una tabla con todos los ECRs en el sistema, su estado

actual, quien es responsable por cada uno, y cual Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN) podría contener cada ECR. El informe ECR es básicamente una versión imprimible del formato ECR. Estos reportes son accesibles en la selección del menú informes dentro de la barra de menú.

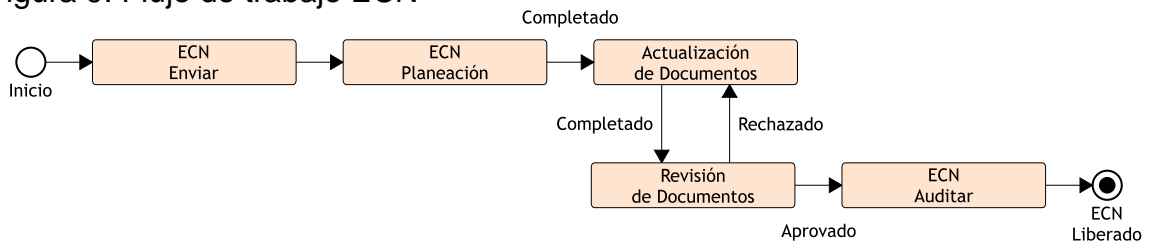
- **Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN)**

Un ECN es un proceso dentro del cual los cambios son implementados dentro del ambiente de trabajo. Existen tres tipos de cambios que se pueden ejecutar:

- Una parte o documento puede ser agregado.
- Una parte o documento puede ser modificado.
- Una parte o documento puede ser eliminado.

Cuando una nueva parte es agregada, el proceso ECN es usado para tomar la parte desde su estado preliminar, a un estado de liberación. Cuando una parte es cambiada o eliminada, el ECN toma esa parte desde su estado de liberación a un estado de reemplazo. Demos un vistazo al flujo de trabajo ECN, teniendo en cuenta que este proceso ocurre de manera automática mientras la parte sea creada, revisada o modificada a través de un ECN, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 9. Flujo de trabajo ECN



Cuadro 25. Términos de flujo de trabajo ECN

Estado	Actividad	Puede Agregar	Obtiene	Actualización	Eliminar	Puede Cambiar Acceso	Promover al Siguiete Estado	Actualizar Actividad
Nuevo	ECN Enviar	Id. CM	Cualquier Id., Propietario, Creador, Id. CM	Creador, Propietario, Id. CM	Id. CM	Id. CM	Interno	Creador
En Planificación	ECN Planeación		Cualquier Id, Propietario, Creador, Id. CM	Creador, Propietario, Id. CM	Id. CM	Id. CM	Interno	Id. CSII
En Trabajo	Actualización Documentos		Cualquier Id.				Interno	Propietario
En Revisión	Revisión de Documentos		Cualquier Id.				Interno	Id. CSII
	ECN Auditar						Interno	Id. CSIII
Liberado	ECN Liberado		Cualquier Id.					

Un proceso ECN es iniciado por una identidad del grupo de gestión de cambio. Uno de los especialistas de cambios llena la información requerida, agrega los ECRs e información necesaria para la revisión ECN, y luego envía la actividad

ECN. Durante la actividad de planeación ECN, el Especialista de Cambios II (CSII) revisa la información y toma decisiones sobre el impacto del cambio de la parte o documento dentro del proceso de diseño. Por ejemplo, cada compañía tiene sus propias reglas para lidiar con las condiciones en las cuales determinada parte recibe una nueva revisión o tal vez un número de parte totalmente nuevo. De igual forma las partes matrices, o las que contienen ensambles, podrían requerir un cambio de revisión o un nuevo número de parte. El CSII podría considerar todos estos cambios y tomar decisiones o hacer recomendaciones. El CSII también asigna un propietario al ECN, el cual es un ingeniero o un técnico responsable de las implicaciones técnicas de los cambios e impactos en las ramificaciones. El ECN es luego transferido al propietario durante la actividad “Actualización de Documentos”. El propietario del ECN es responsable por la actualización de BOMs, especificaciones, bocetos, y cualquier otro documento específico afectado por este cambio. Las partes afectadas que requieren del cambio de documentos no serían las únicas cambiadas de forma directa, también las partes relacionadas tales como ensambles. El ECN es luego transferido de vuelta al CSII el cual revisa los documentos durante la actividad “Revisión de Documentos”. El CSII puede luego rechazar o aprobar el ECN. Si el ECN es aprobado, este avanza a la actividad “Auditar ECN”. Una vez completada la auditoría del ECN este es liberado, con lo cual automáticamente actualiza el estado del ciclo de vida de las partes y documentos afectados.

4.3.2 Gestión de proyectos. Esta área dota a los talleres proyectuales de la EDIUIS con actividades que permiten planificar, ejecutar y hacer seguimiento de los proyectos de diseño.



Como se mencionó antes existe una planeación iterativa que permite a los responsables del proyecto adaptar el MV PLM EDIUIS con esta planeación de acuerdo al marco de necesidades educativas o la complejidad del desarrollo del proyecto. Una vez definida la planeación iterativa esta área de proceso permite definir las identidades que formarán parte de los proyectos dentro del taller proyectual. Las identidades son un elemento específico de gran importancia para el área de Gestión de Proyectos (GP). Recordemos que los talleres proyectuales de la EDIUIS, existen varios individuos que formarán equipos de trabajo para el desarrollo de diferentes proyectos dentro del taller. La manera como el MV PLM EDIUIS permite identificar cada individuo es a través de una identidad individual, entendiendo entonces la identidad individual como el conjunto de características e información necesaria para identificar un individuo dentro del MV PLM EDIUIS.

También existen las identidades grupales en el MV PLM EDIUIS. Una identidad individual está relacionada con la información específica de un individuo, mientras que una identidad grupal permite agrupar varias identidades individuales bajo características comunes. Es así como dos individuos (Carlos y Ana), representados cada uno por su propia identidad individual (Carlos y Ana) dentro del MV PLM EDIUIS, pueden pertenecer ambos a una misma identidad grupal



(Estudiantes). Este concepto permite definir y controlar los integrantes de los proyectos de diseño, dotando de funciones y condiciones específicas a cada integrante de acuerdo al rol al cual sean asignados los integrantes dentro del proyecto. Para facilitar la gestión de identidades en el área GP, el MV PLM EDIUIS se ha diseñado con tres identidades grupales predefinidas, mencionadas a continuación.

- **Identidades grupales del área GP**



Cuadro 26. Identidad administrador

 <p>Administrador</p>	<p>Responsable de la gestión del software PLM, la adaptación del software PLM de acuerdo a la planeación iterativa de los proyectos y el mantenimiento del software durante el desarrollo de proyectos.</p>
 <p>Habilidades</p>	<p>Un individuo en esta identidad posee las siguientes habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades en ingeniería de sistemas • Habilidades en redes • Habilidades en sistemas de computación

Cuadro 27. Identidad docente

 <p>Docente</p>	<p>Responsable de la planeación iterativa del área GP y la supervisión de las actividades a desarrollar dentro del proyecto.</p>
 <p>Habilidades</p>	<p>Un individuo en esta identidad posee las siguientes habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de diseño industrial • Habilidades en dirección de equipos de trabajo • Habilidades en docencia • Habilidades en gestión de proyectos • Habilidades en computación • Habilidades en comunicación social • Habilidad en análisis y resolución de problemas

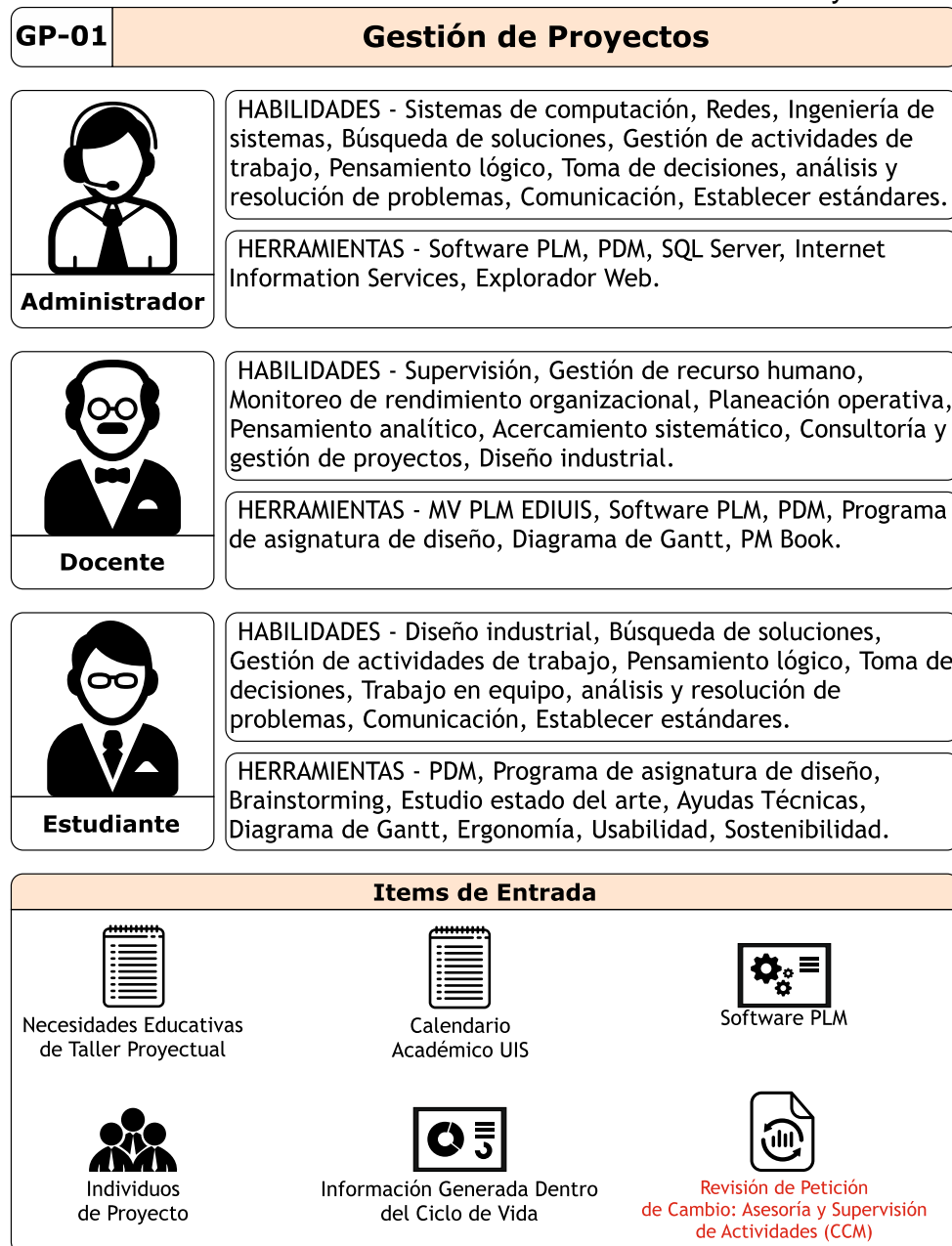
Cuadro 28. Identidad estudiante

 <p>Estudiante</p>	<p>Responsable de la ejecución de actividades dentro de las áreas de proceso y que agreguen valor al ciclo de vida.</p>
 <p>Habilidades</p>	<p>Un individuo en esta identidad posee las siguientes habilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habilidades de diseño industrial • Habilidades en computación • Habilidades en comunicación social • Habilidades de trabajo en equipo • Habilidad en análisis y resolución de problemas

Una vez definidas las identidades del área GP, se adapta el ambiente PLM de acuerdo a la planeación iterativa y las identidades del proyecto. Finalmente esta área permite supervisar el desarrollo iterativo del proyecto.

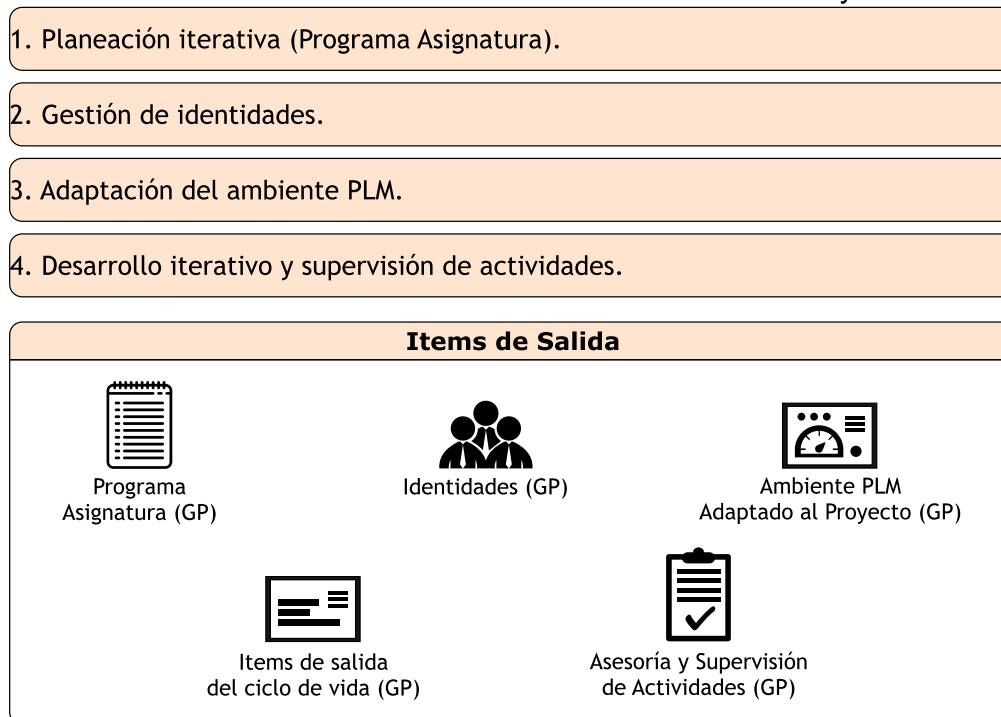
- **DD – Gestión de proyectos**

Figura 10. Identidades e ítems de entrada del DD - Gestión de Proyectos





En el DD se puede apreciar las identidades que conforman el área GP junto a las habilidades y herramientas que cada identidad emplea para el desarrollo de actividades de gestión de proyectos. A continuación se aprecian las actividades dentro del DD y los ítems que son producidos por el desarrollo de las actividades empleando los ítems de entrada para su desarrollo.

Figura 11. Actividades e ítems de salida del DD - Gestión de Proyectos





• **Descripción de actividades**



1. Planeación iterativa

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad es desarrollada por la identidad Docente. La finalidad consiste en adaptar el MV PLM EDIUIS a las necesidades del proyecto a desarrollar teniendo en cuenta las necesidades educativas del taller proyectual y el calendario académico de la UIS. Generalmente el Docente puede utilizar la planeación iterativa para todos los proyectos desarrollados dentro del taller proyectual.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidades educativas del taller proyectual - Calendario Académico UIS 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura



2. Gestión de identidades

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad es desarrollada por la identidad Administrador. La finalidad de esta actividad es el crear las identidades de los individuos que forman parte del taller proyectual y de cada proyecto desarrollado dentro del mismo. De igual forma las identidades grupales respectivas serán creadas para facilitar el desarrollo de los proyectos.</p> <p>Para el desarrollo de esta actividad es necesario crear las identidades dentro del software PLM seleccionado en la estrategia PLM.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software PLM - Individuos del Proyecto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identidades

3. Adaptación del ambiente PLM

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad es desarrollada por la identidad Administrador. La finalidad de esta actividad se basa en la aplicación de la Planeación Iterativa definida por el Docente del taller proyectual dentro del software PLM seleccionado dentro de la estrategia PLM.</p> <p>Para la adaptación del software se requiere crear una plantilla de proyecto en donde se encuentren las actividades a ejecutar durante el desarrollo del proyecto de diseño. Esta plantilla está basada en la planeación iterativa. Una vez creada la plantilla de proyecto se pueden adaptar las variables específicas del proyecto para que este pueda ser ejecutado.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planeación Iterativa - Software PLM - Individuos del Proyecto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ambiente PLM Adaptado al Proyecto

4. Desarrollo iterativo y supervisión de actividades

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad es desarrollada por las identidades docente y estudiante, con el apoyo de la identidad administrador. La finalidad de esta actividad es la ejecución de las actividades y áreas de proceso dentro de la planeación iterativa del proyecto de diseño, o taller proyectual. A medida que estas actividades sean desarrolladas, se supervisará su desarrollo a cargo del Docente.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software PLM - Individuos del Proyecto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identidades

4.3.3 Gestión de requerimientos. Área de proceso vital para el desarrollo exitoso del ciclo de vida de un producto, pues define que se va a hacer y cómo se va a

realizar el desarrollo del producto. Las actividades dentro de la Gestión de Requerimientos (GR) son ejecutadas por el rol Analista de Requerimientos.

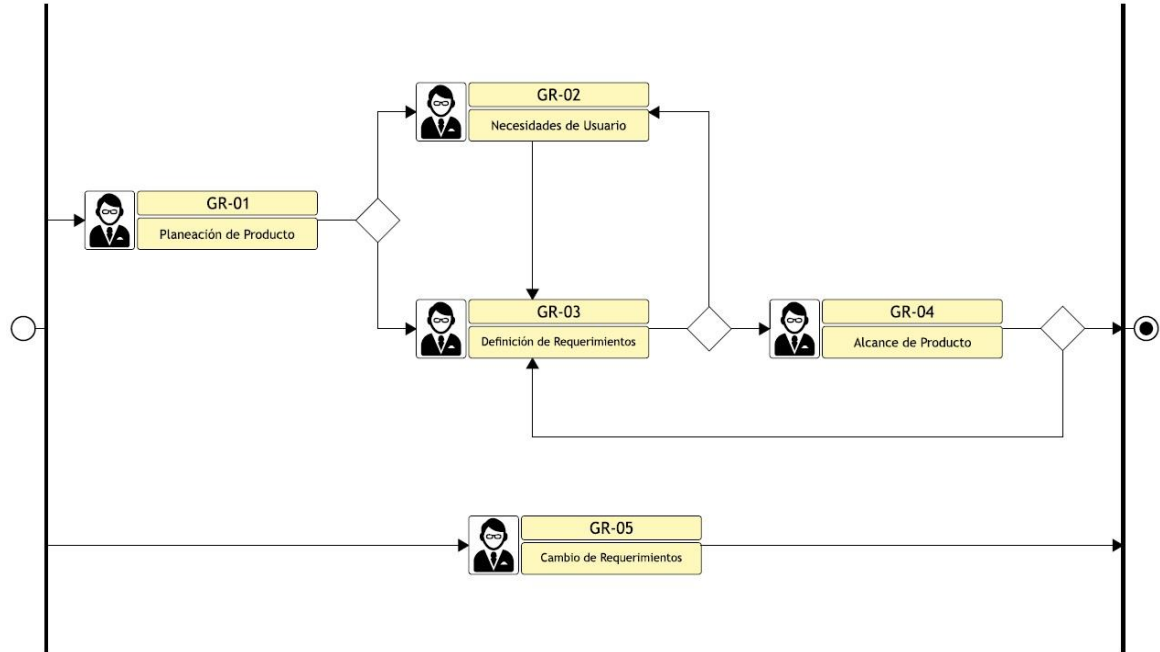
Los objetivos a alcanzar dentro de esta área de proceso se centran en:

- Definir un vocabulario y el contexto de desarrollo del producto.
- Identificar y definir las necesidades del usuario final a satisfacer por el producto.
- Definir la capacidad del equipo de diseño y el alcance del mismo dentro del desarrollo del producto.
- Delimitar el desarrollo del producto relacionando la capacidad del equipo de diseño para dar solución a las necesidades del usuario final.
- Transformar las necesidades del usuario final a solucionar en variables de diseño.
- Definir los requerimientos del producto y su desarrollo.
- Asegurar la trazabilidad en la gestión de requerimientos de producto y los tiempos de desarrollo.
- Gestionar los cambios de requerimientos de producto.

El Analista de Requerimientos debe definir el contexto en el cual se va a desarrollar el producto. Una vez definido el contexto, una necesidad a solventar y un usuario final, el Analista de Requerimientos desarrolla la visión del producto, por medio de la cual se define de lo que se planea realizar en el proyecto, los objetivos a alcanzar, metodologías a emplear, tiempos de desarrollo, e información pertinente al contexto del producto. La visión y la información relacionada al producto se almacena en el ítem protocolo.

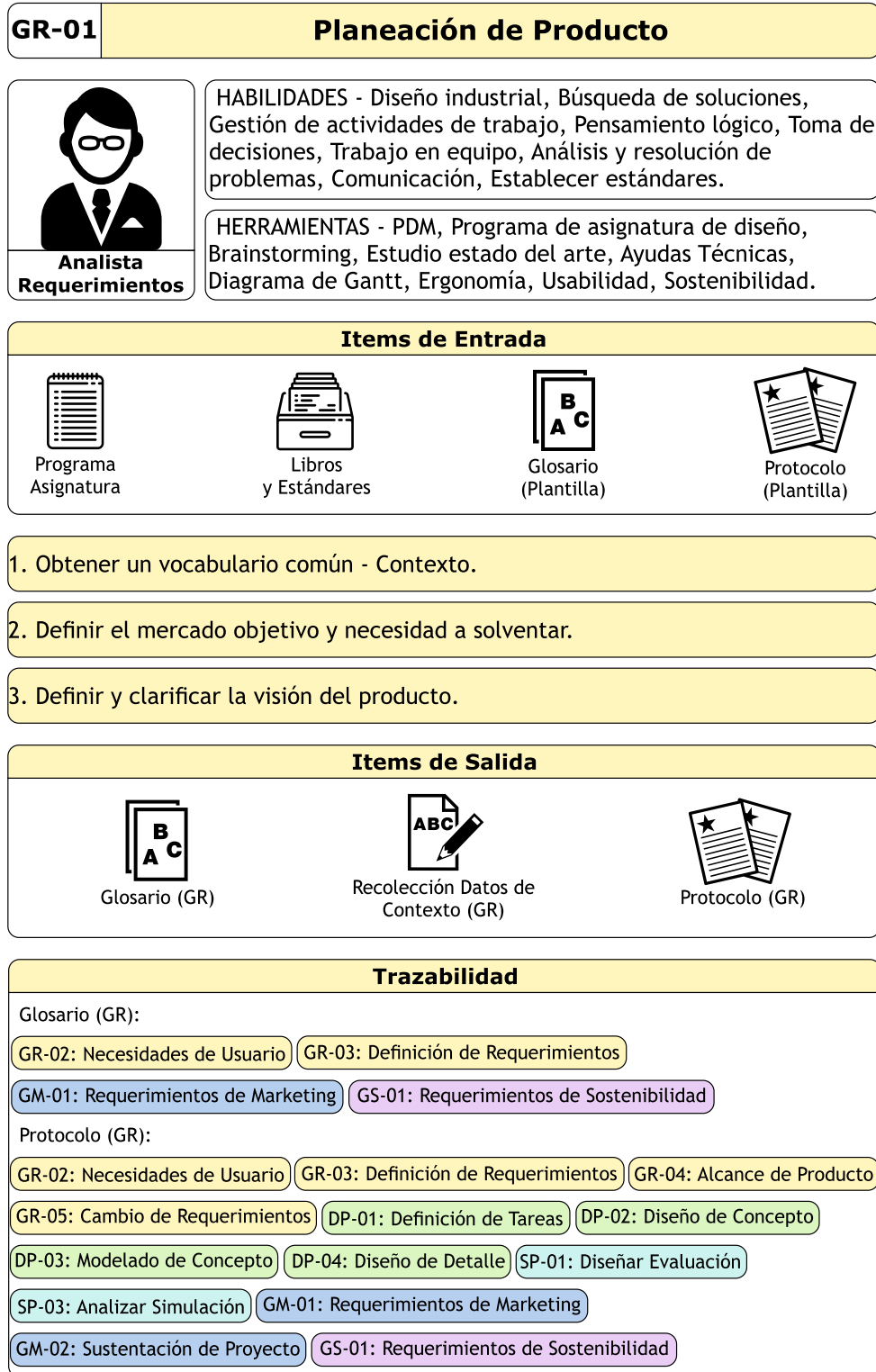
Una vez definido el protocolo, el Analista de Requerimientos evalúa la experiencia del usuario y sus necesidades para definir las variables y requerimientos del proyecto. Los requerimientos son una parte fundamental en el ciclo de vida de un producto pues permite definir y medir el alcance de lo que se espera obtener del producto. La manera de cumplir los requerimientos se da mediante la creación de un plan de acción que permita efectuar actividades que conlleven al alcance de dichos requerimientos. En la siguiente figura se aprecia el flujo de trabajo dentro de esta área de proceso:

Figura 12. Flujo de Trabajo de Gestión de Requerimientos





4.3.3.1 DD - Planeación de producto. En este DD el equipo de diseño con la asesoría del equipo docente va a definir la visión del producto, el contexto dentro del cual van a solucionar las necesidades del usuario final a través de un producto que se pueda desarrollar dentro del marco del taller proyectual.

Figura 13. DD - Planeación de Producto





- **Descripción de actividades**



1. Obtener un vocabulario común – Contexto

 <p>Actividades</p>	<p>Para obtener la visión del producto primero es necesario una comunicación precisa entre el equipo de diseño, y una comunicación precisa se basa en un vocabulario adecuado, términos que permitan expresar correctamente lo que se piensa transmitir.</p> <p>Para hacer esto es necesario definir el contexto dentro del cual se desarrollará el producto. ¿Cuál es el usuario al cual va dirigido el producto? ¿Qué necesidades se piensa solucionar con el producto? ¿Qué productos se encuentran actualmente en el mercado enfocados a solventar dicha necesidad? ¿Qué métodos podrían emplearse para obtener un mayor conocimiento de la necesidad a solventar? ¿Qué procesos o actividades se presentan dentro de la necesidad que pretendemos solucionar?</p> <p>Realizando una serie de preguntas proyectuales que permitan ahondar en conocimiento y permitan clarificar y comprender el entorno del producto a desarrollar es que se construye un vocabulario común.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Libros y Estándares - Glosario (Plantilla) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario

2. Definir el mercado objetivo y necesidad a solventar

 <p>Actividades</p>	<p>Una vez obtenido un vocabulario común y un glosario dentro del proyecto, es posible definir el mercado objetivo y la necesidad a solventar. Para esto es necesario realizar las siguientes tareas:</p> <p>Recolectar más datos de contexto: Definir un contexto claro donde se va a desarrollar el producto gracias al vocabulario común obtenido es fundamental para comprender aún más el desarrollo del proyecto. Es necesario investigar el marco de referencia del proyecto a desarrollar, ahondar más en los productos y proyectos que ya se han desarrollado dentro del entorno, y así analizar procedimientos que hayan sido empleados para intentar solventar la necesidad que planeamos solucionar.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Libros y Estándares - Glosario 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recolección de Datos de Contexto

3. Definir y clarificar la visión del producto

 <p>Actividades</p>	<p>Una vez obtenido el glosario y una recolección de datos de contexto, es posible definir y clarificar la visión del producto, pues se tiene un pleno conocimiento del planteamiento del proyecto. Para definir la visión del producto es necesario realizar las siguientes actividades:</p> <p>Justificación del proyecto: Esta justificación permite definir claramente una formulación del desarrollo del proyecto, en el cual quedará en evidencia el problema real presente en el contexto anteriormente estudiado, y que planea ser resuelto a través del producto a desarrollar.</p> <p>Formular preguntas de investigación: Con el conocimiento adquirido en la recolección de datos de contexto y el glosario es posible formular preguntas de investigación precisas, dentro de las cuales se encuentre el núcleo del problema a solventar a través del proyecto.</p> <p>Formulación de objetivos: Gracias a las preguntas de investigación, es posible responderlas a través de objetivos del proyecto. Estos objetivos permitirán enfocar el desarrollo del proyecto, pues el alcance y realización de dichos objetivos serán el valor agregado que el proyecto planea aportar en el desarrollo del producto. Todo proyecto posee un objetivo general, el cual es posible ser alcanzado a través de objetivos específicos. Los objetivos específicos son soluciones en varios ámbitos del proyecto, los cuales en conjunto darán la materialización correcta del producto terminado.</p> <p>Metodología a emplear: Finalmente la definición de objetivos se realiza con la finalidad de alcanzarlos, y la manera de alcanzarlos quedará definida en los métodos o metodologías que serán empleadas dentro del proyecto. Estas metodologías deben quedar mencionadas dentro del protocolo.</p>					
 <p>Items</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="467 1201 1075 1234">Ítems de entrada</th> <th data-bbox="1075 1201 1485 1234">Ítems de salida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="467 1234 1075 1400"> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Libros y Estándares - Glosario - Recolección de Datos de Contexto - Protocolo (Plantilla) </td> <td data-bbox="1075 1234 1485 1400"> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo </td> </tr> </tbody> </table>	Ítems de entrada	Ítems de salida	<ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Libros y Estándares - Glosario - Recolección de Datos de Contexto - Protocolo (Plantilla) 	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolo 	
Ítems de entrada	Ítems de salida					
<ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Libros y Estándares - Glosario - Recolección de Datos de Contexto - Protocolo (Plantilla) 	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolo 					

4.3.3.2 DD - Necesidades del usuario. Para dar a un problema ya definido dentro de un contexto a través de un producto es necesario conocer a profundidad las necesidades del usuario final del producto, de lo contrario, el desarrollo del proyecto no cumplirá los objetivos del mismo. Para conocer las necesidades del usuario final el Analista de Requerimientos debe conocer las actividades que este realiza dentro de la situación de estudio, y realice una documentación que permita comprender dichas actividades y entender la manera como estos procesos pueden ser implementados a través del producto.

Figura 14. DD - Necesidades del Usuario

GR-02

Necesidades del Usuario



**Analista
Requerimientos**

HABILIDADES - Comunicación asertiva, Empatía, Pensamiento analítico, Toma de decisiones, Análisis y resolución de problemas, Comunicación, Establecer estándares, Relaciones sociales, Competencias verbales y escritas.

HERRAMIENTAS - PDM, Análisis de tareas, Segmentación del mercado, Encuesta a usuarios, Estudio estado del arte, Ayudas Técnicas, Ergonomía, Usabilidad, Sostenibilidad.

Items de Entrada



Programa
Asignatura



Diagramas
(Plantilla)



Glosario (GR)



Protocolo (GR)

1. Evaluar experiencia del usuario dentro del contexto y necesidad a solventar.

2. Definir y clarificar las necesidades del usuario.

Items de Salida



Diagrama
Tareas y Actividades (GR)



Diagrama
Operaciones y Funciones (GR)



Lista de Deseos:
Necesidades a Solucionar (GR)

Trazabilidad

Diagrama Tareas y Actividades (GR)

DP-01: Definición de Tareas

Diagrama Operaciones y Funciones (GR)

DP-01: Definición de Tareas



Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar (GR)

GR-03: Definición de Requerimientos DP-01: Definición de Tareas



GM-01: Requerimientos de Marketing GS-01: Requerimientos de Sostenibilidad

- **Descripción de actividades**

1. Evaluar experiencia del usuario dentro del contexto y necesidad a solventar

 <p>Actividades</p>	<p>Una de las maneras más efectivas para comprender la experiencia del usuario es el uso de métodos de recopilación de información van desde métodos observacionales descriptivos, realización de encuestas hasta entornos de simulación dentro de laboratorios. Luego de estos métodos de recopilación de datos es necesario analizar dicha información y expresarla a través de métodos variados dentro de los cuales podemos encontrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de tareas y actividades • Árbol de objetivos y funciones • Diagrama de operaciones y funciones • Diagrama Usuario – Actividad – Contexto <p>No es necesario la realización de todos los métodos posibles de análisis de datos, solo los necesarios para expresar y comprender la experiencia de usuario.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p>	<p>Ítems de salida</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Glosario - Protocolo 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama: Tareas y Actividades - Diagrama: Operaciones y funciones

2. Definir y clarificar las necesidades del usuario

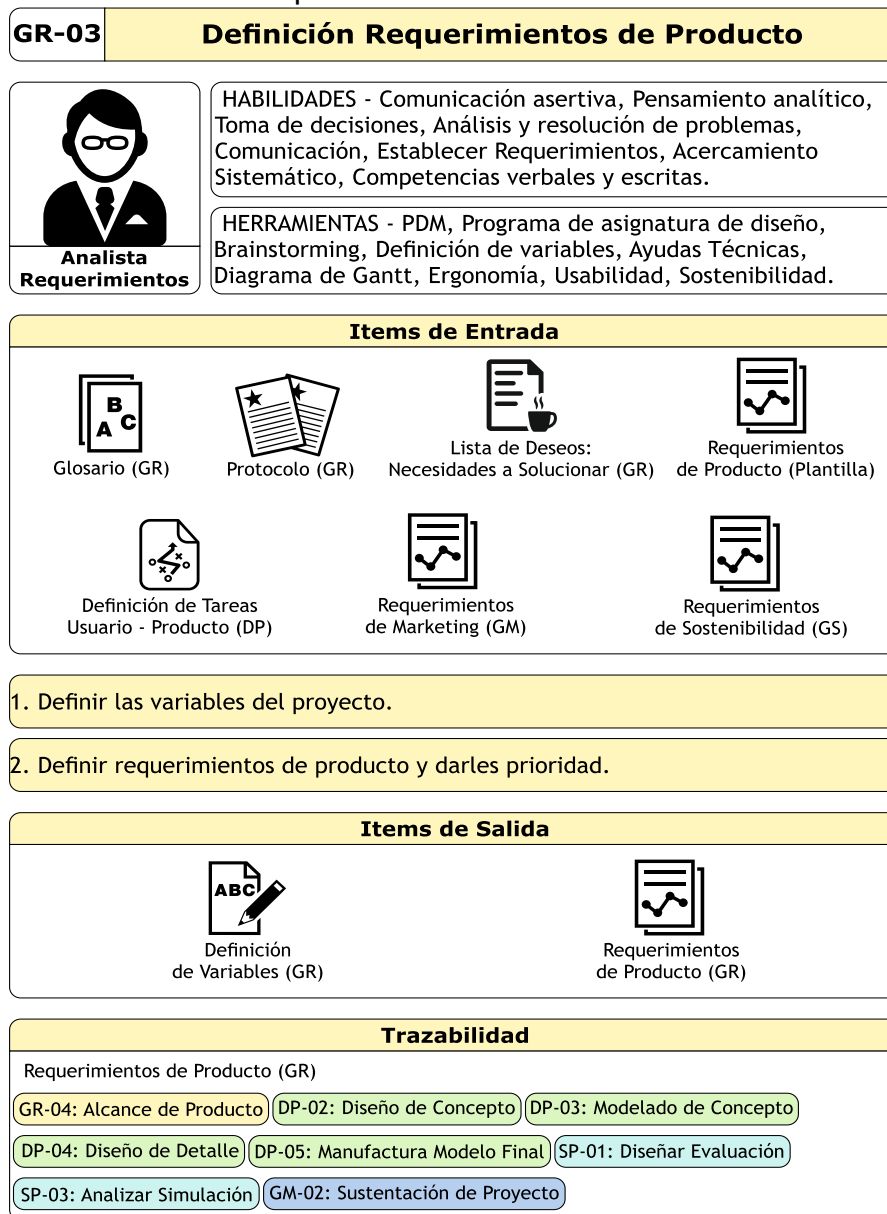
 <p>Actividades</p>	<p>Gracias a la recopilación de información sobre la experiencia del usuario y su posterior análisis, es necesario identificar las posibles falencias dentro de la experiencia de usuario que necesitan ser solucionadas a través del producto a desarrollar.</p> <p>La definición de necesidades del usuario es de vital importancia pues identifica los factores sobre los cuales se puede innovar, otorgando valor al producto. Las necesidades identificadas en la experiencia de usuario deben ser expresadas de manera cualitativa y con valores cuantitativos.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p>	<p>Ítems de salida</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Diagrama: Tareas y Actividades - Diagrama: Operaciones y funciones 	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de Deseos: Necesidades a solucionar

4.3.3.3 DD - Definición requerimientos de producto. Teniendo una visión del producto a desarrollar y las necesidades encontradas de la experiencia del usuario es posible transformar esas necesidades en requerimientos que debe tener el producto para dar solución a dichas necesidades. Se debe tener en cuenta que

además de los requerimientos para solucionar necesidades del usuario, también existen requerimientos de sostenibilidad, requerimientos de marketing, requerimientos funcionales, requerimientos formal-estéticos, entre otros.

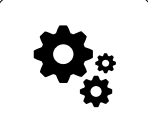
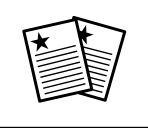
Para desarrollar satisfactoriamente de este DD es necesario una retroalimentación de información de otras áreas de proceso tales como la Gestión de Sostenibilidad y Gestión de Marketing, pues los requerimientos deben comprender todo lo que el producto y su desarrollo requiere para cumplir sus objetivos. A continuación se aprecia el DD en detalle.

Figura 15. DD - Definición Requerimientos de Producto

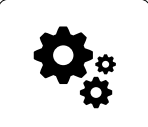
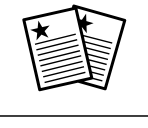


- **Descripción de actividades**

1. Definir las variables del proyecto

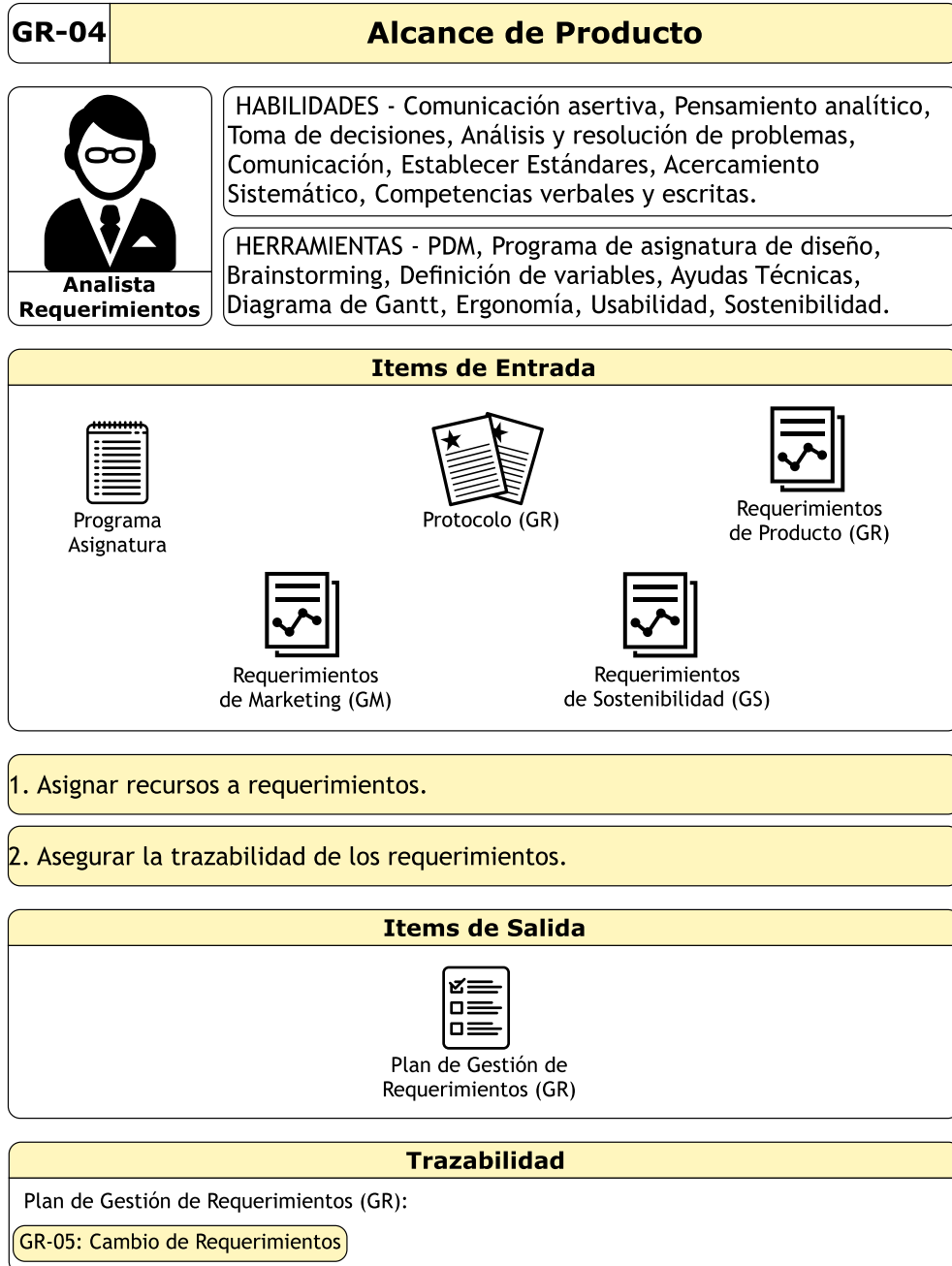
 <p>Actividades</p>	<p>En la definición de variables y para obtener una mejor comprensión de las necesidades de diseño, esta actividad requiere del apoyo del área de proceso de diseño de producto, a través de diagramas, bocetos o representaciones visuales que permitan clarificar las tareas que podrían relacionar al usuario con el producto. Cuando se entienden las necesidades de diseño, el estudiante debe emplear métodos que permitan transformar dichas necesidades en variables de diseño. Para esto existen diversos métodos entre los que se encuentra el despliegue de la función de calidad (QFD), método altamente difundido para aportar calidad al diseño de producto a través de la definición de correctos requerimientos.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de tareas: Usuario – Producto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de Variables de Diseño

2. Definir requerimientos de producto y darles prioridad

 <p>Actividades</p>	<p>Teniendo la definición de las variables dentro del diseño del producto, al igual que los requerimientos de marketing y requerimientos de sostenibilidad es posible transformar las variables en distintos requerimientos del producto.</p> <p>Es normal encontrar una gran variedad de requerimientos, los cuales se clasifican en aspectos funcionales, aspectos formal-estéticos, aspectos de producción, entre otros. Esta variedad de requerimientos busca solventar necesidades en cada fase del ciclo de vida del producto. Para desarrollar esta actividad es necesario analizar los requerimientos encontrados y darles un nivel de prioridad, un requerimiento relacionado con una función del producto posee una prioridad distinta a un requerimiento de color del producto, depende del Analista de Requerimientos identificar que requerimientos tendrán más prioridad.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Definición de Variables de Diseño - Definición de tareas: Usuario – Producto - Requerimientos de Sostenibilidad - Requerimientos de Marketing 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos de Producto



4.3.3.4 DD - Alcance de Producto. De acuerdo a las fechas de entrega y de desarrollo del proyecto, y a los recursos disponibles, es posible definir el alcance del producto.

Figura 16. DD - Alcance de Producto





- **Descripción de actividades**

1. **Asignar recursos a requerimientos**

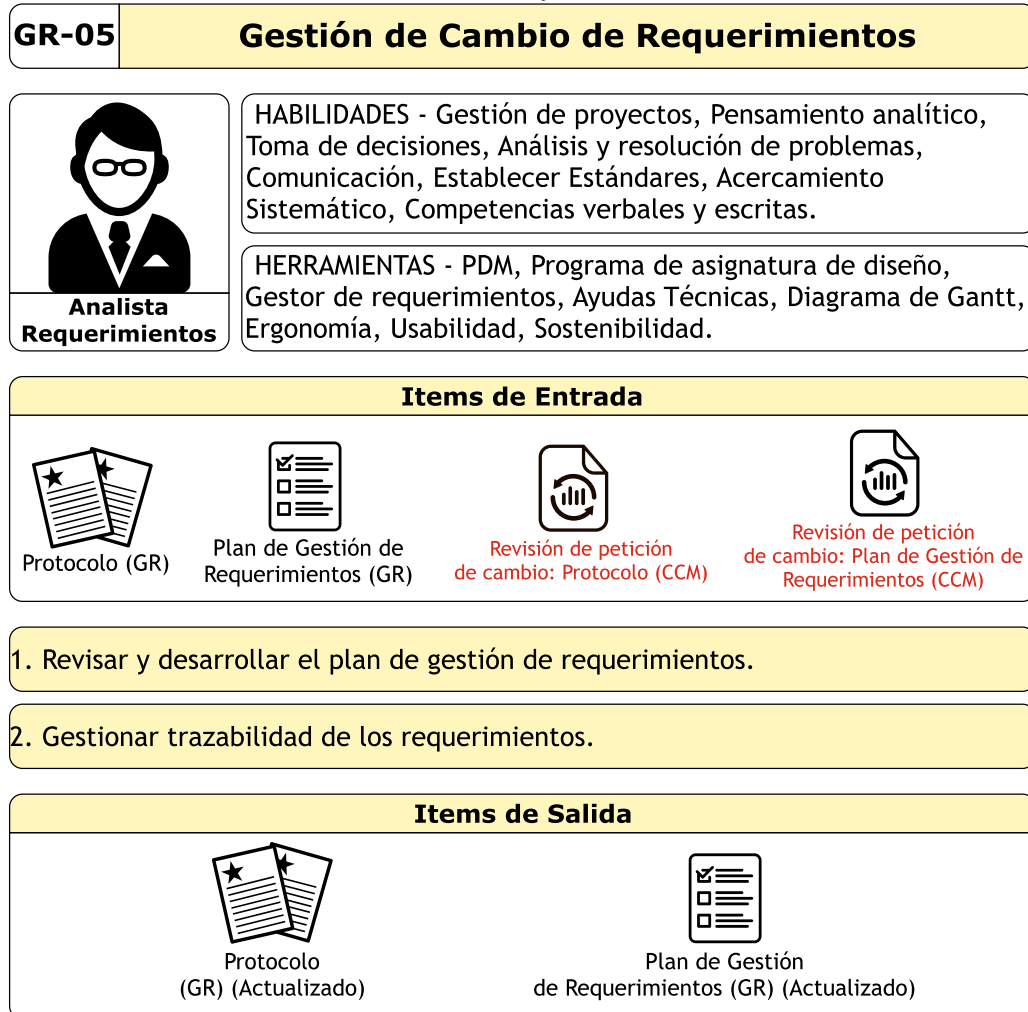
 <p>Actividades</p>	<p>En el desarrollo de todo proyecto, diversos recursos se encuentran disponibles para permitir la gestión y el desarrollo del proyecto, la manera como estos recursos sean gestionados puede marcar la diferencia entre cumplir los objetivos y metas propuestos, o no cumplirlos.</p> <p>Esta actividad busca definir que recursos pueden asignarse a las actividades. Teniendo en cuenta que existen fechas de entrega ya definidas para el desarrollo del proyecto, un número de recurso humano y un determinado flujo de trabajo por desarrollar, se pueden asignar los recursos a los requerimientos. De esta manera se puede valorar la factibilidad de cumplir los objetivos en el tiempo propuesto.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Protocolo - Requerimientos de Sostenibilidad - Requerimientos de Marketing - Requerimientos de Producto 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos

2. **Asegurar la trazabilidad de los requerimientos**

 <p>Actividades</p>	<p>Teniendo definidos los recursos asignados a los requerimientos que se pretenden desarrollar, es necesario asegurar el desarrollo del proyecto de diseño mediante la trazabilidad de los requerimientos. Según Javier Martínez G. [5], La trazabilidad de los requerimientos cumple con los siguientes propósitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejar el alcance del producto • Manejar los cambios a los requerimientos • Evaluar el impacto del cambio de un requerimiento dentro del proyecto • Evaluar el impacto del fallo de una prueba en el cumplimiento de los requerimientos • Verificar que todos los requerimientos del producto se encuentren cubiertos por recursos en diseño y su producción • Verificar que el producto realice las funciones para las cuales fue diseñado <p>Gracias al software PLM seleccionado en esta estrategia PLM y sus funciones de gestión de proyectos, se pueden asegurar una trazabilidad adecuada de los requerimientos.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programa Asignatura - Protocolo - Requerimientos de Sostenibilidad - Requerimientos de Marketing - Requerimientos de Producto 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos

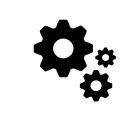

4.3.3.5 DD - Gestión de cambio de requerimientos. Es normal que a durante el desarrollo de los proyectos de diseño los requerimientos cambien. Por eso es necesario gestionar el cambio de requerimientos, pues este DD permite gestionar el impacto dentro del proceso de diseño, en los diferentes ítems y áreas de proceso al cambiar un requerimiento. Por ejemplo el cambio de un requerimiento de diseño podría afectar la función y el diseño de un producto, y a través del área GM, se puede verificar que ítems, se verían afectados por este cambio.

Figura 17. DD - Gestión de Cambio de Requerimientos

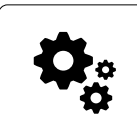



- **Descripción de actividades**

1. Revisar y desarrollar el plan de gestión de requerimientos

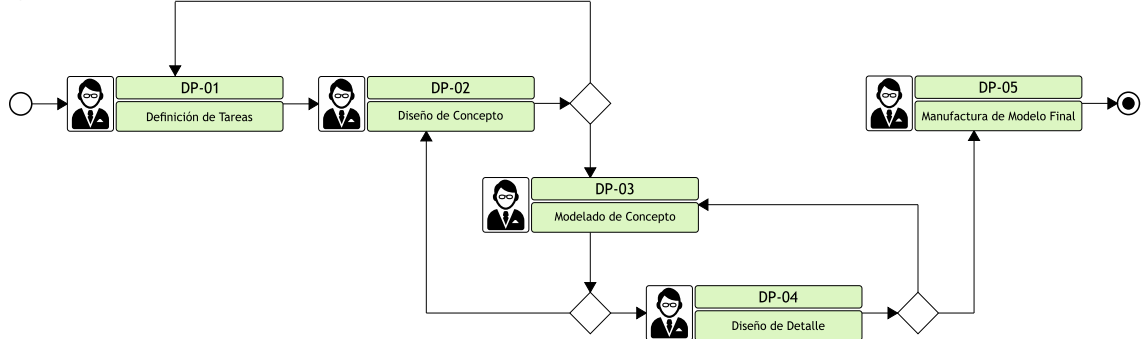
 <p>Actividades</p>	<p>Para desarrollar el plan de gestión de requerimientos es necesario revisar periódicamente el plan de gestión. El Analista de Requerimientos debe revisar constantemente el estado de las actividades a desarrollar, para garantizar que los requerimientos se cumplan a cabalidad dentro de los tiempos establecidos. Se debe tener la capacidad de dar prioridad a los requerimientos de acuerdo a la disponibilidad de recursos, y el tiempo que requiera el desarrollo de las actividades que permitan cumplir los requerimientos.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos - Protocolo 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos (Actualizado) - Protocolo (Actualizado)

2. Gestionar la trazabilidad de los requerimientos

 <p>Actividades</p>	<p>El desarrollo de las actividades permite observar el avance en el cumplimiento de los requerimientos, sin embargo los riesgos siempre son un factor presente dentro del desarrollo de proyectos, y existe la posibilidad que las actividades a desarrollar no den los resultados esperados para cumplir los requerimientos. Gracias a la revisión periódica del el plan de gestión de requerimientos, y en caso que una actividad no cumpla con el requerimiento propuesto, el estudiante puede evaluar si se pueden desarrollar las actividades necesarias para cumplir el requerimiento, o si es necesario re-definir el requerimiento para asegurar el desarrollo del proyecto dentro de los tiempos de entrega.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos - Protocolo 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Gestión de Requerimientos (Actualizado) - Protocolo (Actualizado)

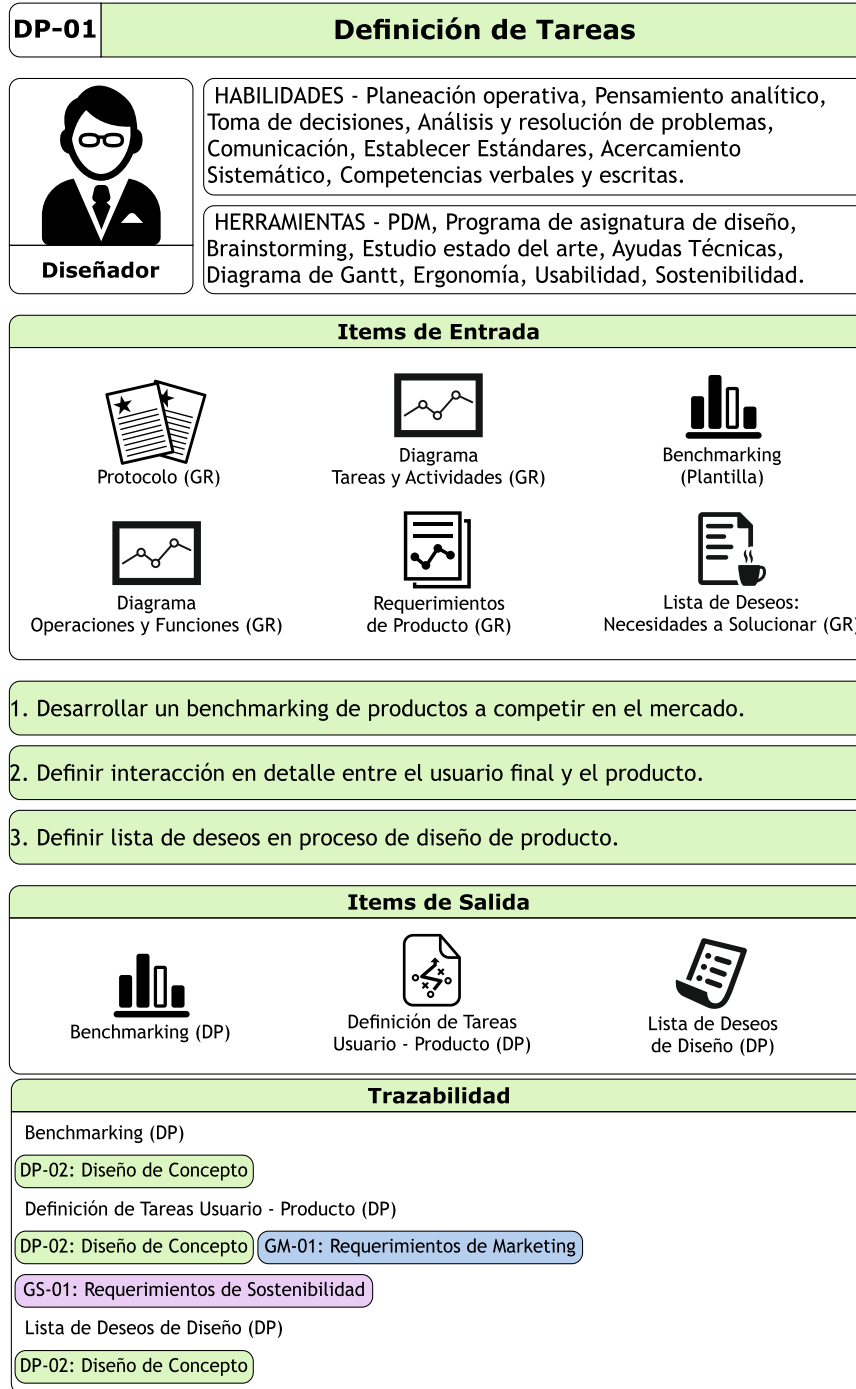
4.3.4 Diseño de producto. El Diseño de Producto (DP) es el proceso mediante el cual los requerimientos del proyecto se transforman en un producto, mediante variables precisas, medibles y cuantificables en formas, funciones, ensambles y materiales. Sobra decir que el diseño de producto permitirá satisfacer las necesidades del usuario y del proyecto. El desarrollo del flujo de trabajo está a cargo del rol Diseñador.

Figura 18. Flujo de trabajo de Diseño de Producto





4.3.4.1 DD - Definición de tareas. La definición de tareas permite clarificar la visión del producto pues el estudiante encargado del diseño define de qué forma debería funcionar el producto y su interacción con el usuario, esto se realiza a través de bocetos y diagramas. Para definir las tareas del producto, primero es necesario analizar las tareas y funciones que brindan los productos existentes en el mercado, a través de un benchmarking, luego es posible definir una interacción en detalle entre el usuario final y el producto, con una secuencia de tareas y finalmente la definición de tareas entre el usuario y producto permitirá definir una lista de deseos de diseño de producto, en relación a los requerimientos de producto.

Figura 19. DD - Definición de Tareas





• **Descripción de actividades**

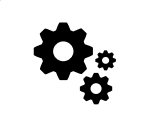

1. Desarrollar benchmarking de productos a competir en el mercado

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad consiste en realizar un análisis de los productos presentes en el mercado que intenten satisfacer las necesidades que nuestro producto planea satisfacer. Esta actividad puede realizarse a través de un despliegue de la función de calidad (QFD) teniendo en cuenta la lista de deseos de necesidades a solucionar. Los resultados de este análisis permitirán desarrollar una lista de funciones y cualidades dentro del producto que superen las cualidades de los productos del mercado, aportando mayor calidad e innovación en el producto.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Benchmarking (Plantilla) - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Benchmarking

2. Interacción en detalle entre usuario final y producto

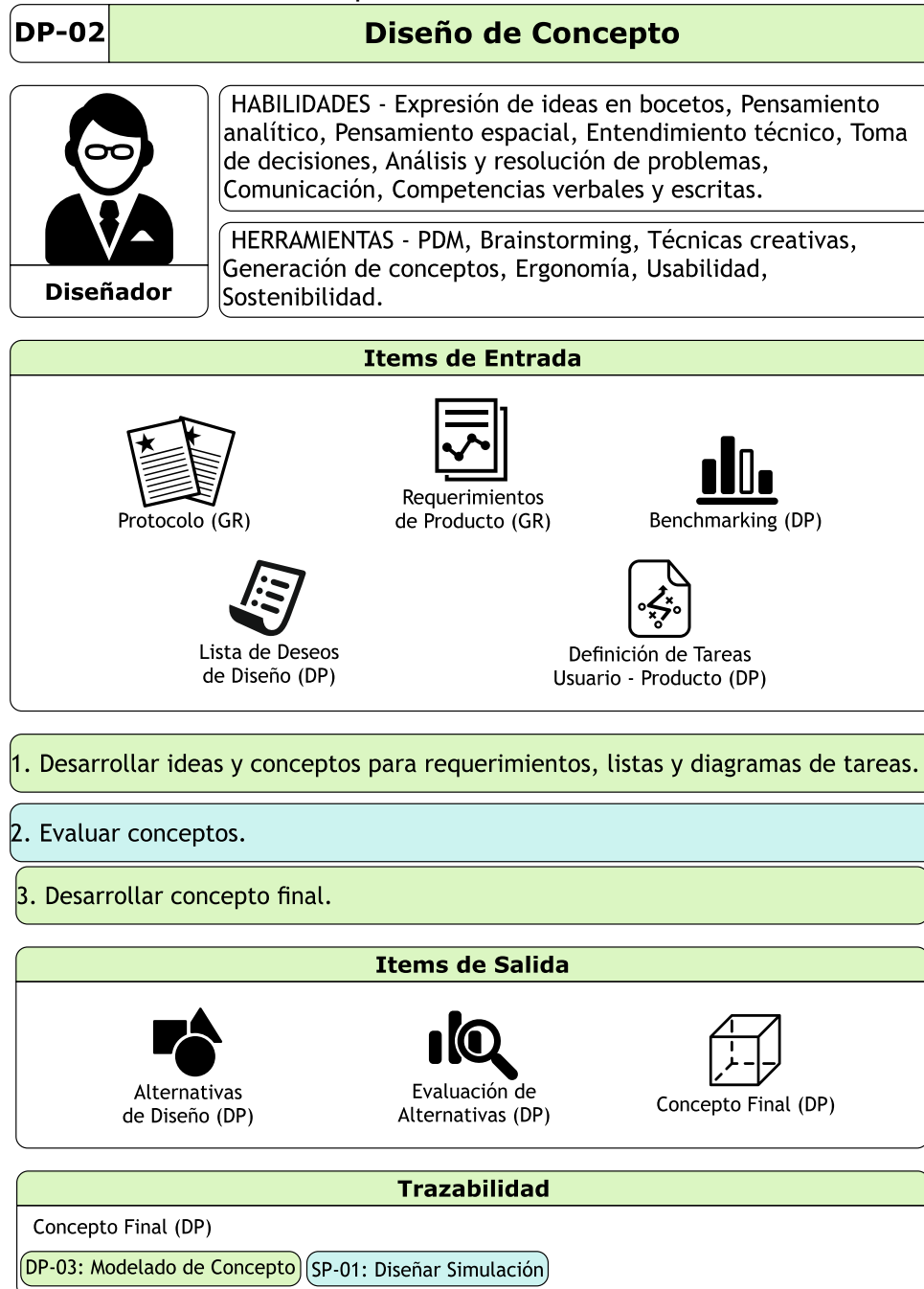
 <p>Actividades</p>	<p>Gracias a los diagramas de tareas y actividades, operaciones y funciones es posible tener un panorama de como el usuario final interactúa actualmente con la necesidad que se intenta solucionar a través del producto. Teniendo en cuenta el Benchmarking y la lista de deseos, se puede desarrollar la interacción paso a paso entre el usuario y el producto. Esto se realiza a través de bocetos y diagramas de tareas.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Diagrama: Tareas y Actividades - Diagrama: Operaciones y Funciones - Benchmarking - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de Tareas Usuario - Producto

3. Definir lista de deseos de diseño de producto

 <p>Actividades</p>	<p>La lista de deseos de diseño es una lista cuantitativa y cualitativa de las diferentes propiedades funcionales, formal-estéticas, de materiales, entre otras variables de diseño. Esta lista es una traducción de los diferentes requerimientos del producto, traducidos en un lenguaje de diseño de producto. Por ejemplo si se piensa diseñar un objeto cuyo requerimiento es el almacenar líquidos, la lista de deseos de diseño, traduce este requerimiento en un lenguaje de diseño, por lo tanto el objeto debe poseer un espacio de almacenaje con un determinado material, de unas determinadas dimensiones, y de una determinada forma, información expresada gráficamente.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Definición de Tareas Usuario – Producto 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de Deseos de Diseño

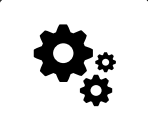
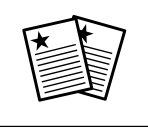
4.3.4.2 DD - Diseño de concepto. En este DD, los requerimientos, listas y diagramas se transforman en conceptos de diseño, los cuales serán evaluados para desarrollar el concepto final.

Figura 20. DD - Diseño de concepto

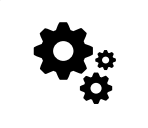
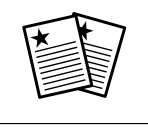


- **Descripción de actividades**



1. **Desarrollar ideas y conceptos para requerimientos, listas y Diag. de tareas**

 <p>Actividades</p>	<p>Las tareas a realizar son la transformación de necesidades y requerimientos en bocetos y conceptos de diseño. Esto se realiza empleando la capacidad creativa del Diseñador. Normalmente la solución a las necesidades de diseño se dan a través de diferentes formas, por esta razón se desarrollan varios conceptos. Finalmente dichos conceptos de diseño deben satisfacer la gran mayoría de requerimientos y necesidades de diseño. Las técnicas comúnmente empleadas para el desarrollo de esta actividad es el brainstorming, o el diseño sistemático de partes o funciones, que luego pueden ensamblarse de diferentes formas en el diseño de conceptos más complejos.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de Tareas Usuario – Producto - Requerimientos de Producto 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alternativas de Diseño

2. **Evaluar conceptos**

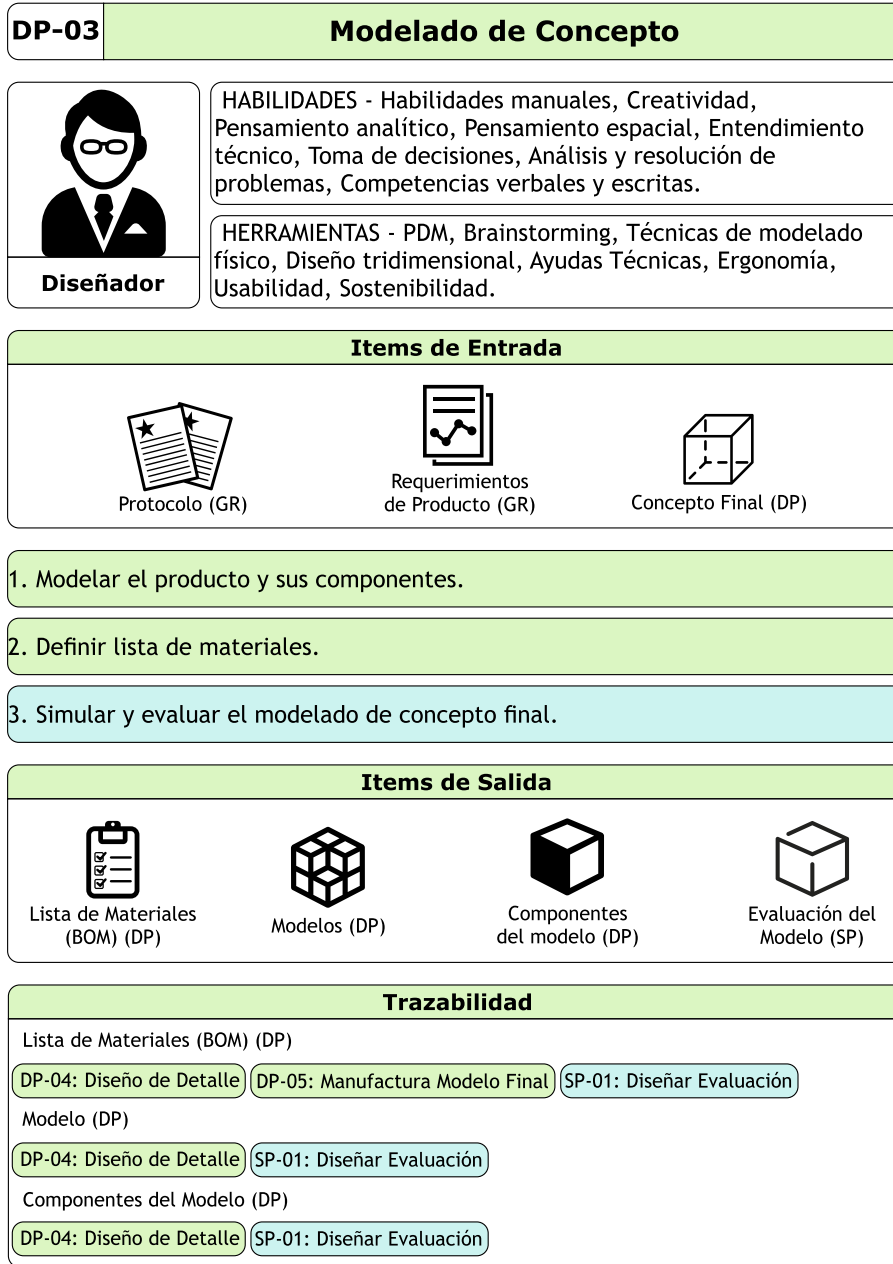
 <p>Actividades</p>	<p>Esta tarea se realiza en el área de Simulación de Producto. A través de esta actividad se evalúan los conceptos generados anteriormente bajo los criterios definidos en los requerimientos, las tareas del usuario y del producto, las listas de deseo de diseño, e incluso el benchmarking de otros productos existentes en el mercado. En base a estos criterios se toman decisiones para rediseñar conceptos, eliminar conceptos que no cumplan los criterios.</p> <p>De acuerdo a los criterios y al diseño de la evaluación se puede calcular cuantitativamente cuales son los conceptos de diseño que mejor satisfacen las necesidades y requerimientos del producto. Existen métodos de evaluación como el despliegue de la función de calidad (QFD), Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE), que permiten definir cada concepto de acuerdo a las cualidades que este posee, e incluso se podrían desarrollar nuevos conceptos de diseño en base a los resultados de estos métodos de evaluación.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Benchmarking - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Alternativas de Diseño 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación de Alternativas

3. Desarrollar concepto final

 <p>Actividades</p>	<p>Gracias al reporte de evaluación de alternativas se puede desarrollar un concepto final. Los resultados de las alternativas ya diseñadas le permiten al equipo de diseño desarrollar un concepto que abarque las fortalezas evidenciadas en la evaluación de alternativas, este diseño puede ser realizado gracias a la capacidad creativa de equipo de diseño.</p> <p>El diseño final debería satisfacer todos los requerimientos y necesidades de diseño, o la gran mayoría de estos.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Benchmarking - Alternativas de Diseño - Evaluación de Alternativas 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepto Final



4.3.4.3 DD - Modelado de concepto. Una vez definido el concepto final a desarrollar, el siguiente paso del equipo de diseño es modelar los componentes del mismo. Diseñar las partes, ensambles y sub-ensambles que el producto requiera para su funcionamiento, pasando por la asignación de las diversas listas de materiales, y la posterior evaluación de los modelos para verificar que cumplan los criterios de diseño.

Figura 21. DD - Modelado de concepto





- **Descripción de actividades**

1. Modelar el producto y sus componentes



 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es transformar el concepto final y los bocetos del mismo en un modelo tridimensional. Dentro el diseño del modelo tridimensional varias variables entran en consideración, tales como las dimensiones reales del producto, la definición de los componentes, materiales empleados por el producto, acabados superficiales, entre otras variables. De acuerdo con Javier Martínez G. [5], existen varios tipos de modelo de acuerdo al tipo de simulación:</p> <p>Modelos estructurales: Van desde su simulación en archivos CAD, modelos físicos que simulen las dimensiones reales. Dan una primera impresión de la apariencia y el funcionamiento del producto.</p> <p>Modelos icónicos: Representados por renders, bocetos, mock-ups físicos, prototipos físicos. Son modelos más realistas pues tratan de simular de manera más fiel las dimensiones y acabados del producto. Existen prototipos funcionales los cuales proponen simular la funcionalidad y usabilidad del diseño con un alto grado de realismo.</p> <p>Modelos matemáticos: Se desarrollan a través de fórmulas matemáticas los cuales tratan de simular el comportamiento físico del objeto y su reacción a diferentes estímulos, tales como la fuerza ejercida en algunos componentes del objeto y sus reacciones.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Concepto Final 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos - Componentes del Modelo

2. Definir lista de materiales

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es asignar los materiales a cada componente, parte y ensamble del producto, para acercarlo más a la realidad. En esta actividad se crean las listas de materiales (BOM)</p> <p>Para el diseño de las listas de materiales es necesario clasificar las listas. Existen listas de materiales asociados a la manufactura del producto (MBOM), listas de materiales de ingeniería (EBOM), entre otras. Gracias al software PLM es posible gestionar cada componente del producto, manteniendo un control de las partes y ensamblajes, y estos componentes se encuentran asociados a materiales, cantidad de piezas, documentos, modelos, entre otra información.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Concepto Final - Partes de Diseño - Ensamblajes 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de Materiales (BOM)

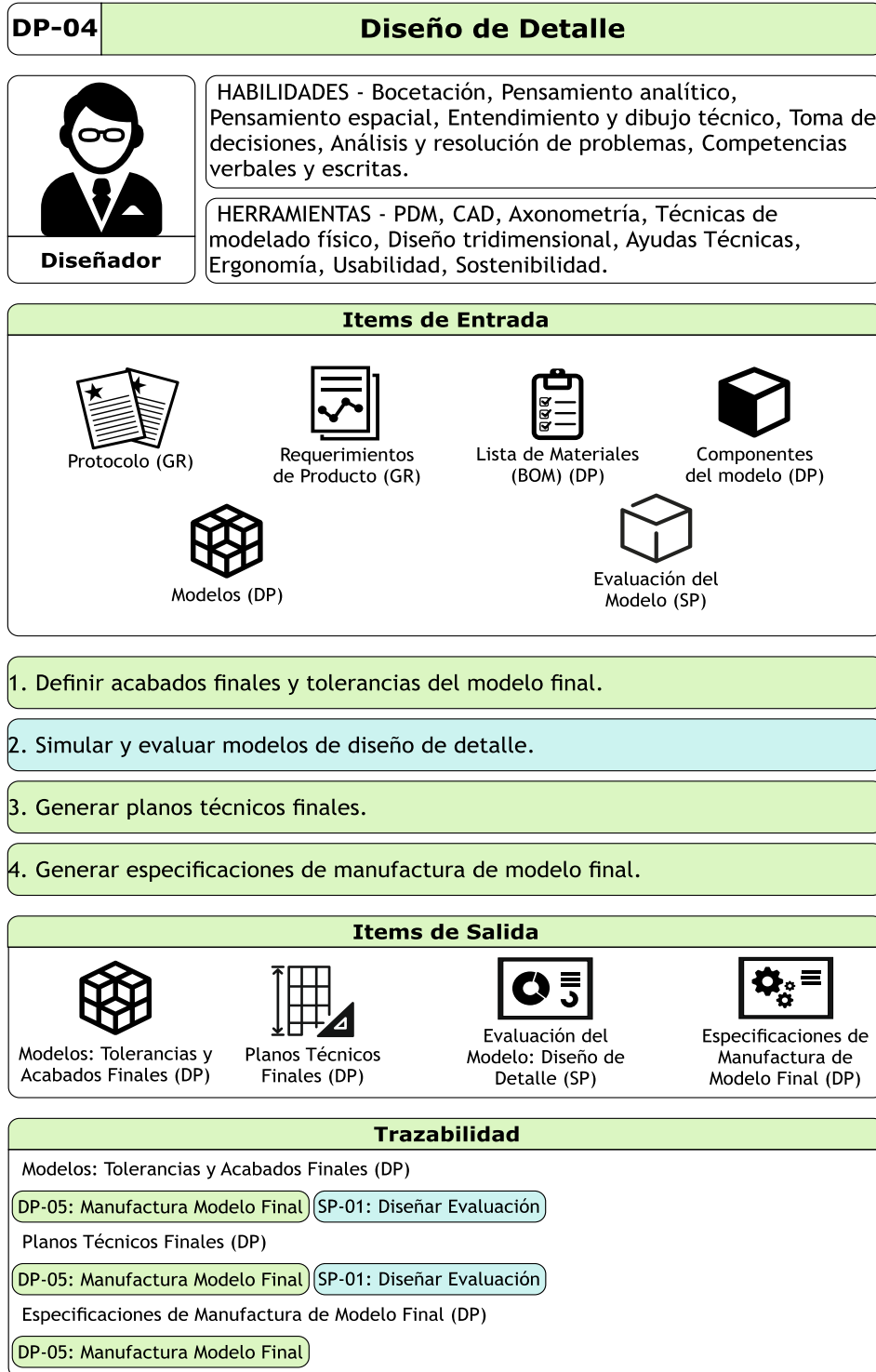
- 3.

4. Simular y evaluar modelado de concepto final

 <p>Actividades</p>	<p>El desarrollo de esta actividad se realiza en el área de Simulación de Producto. El propósito es el simular y evaluar los componentes, ensambles, listas de materiales del concepto final a fin de verificar si estos satisfacen los requerimientos de diseño del producto. El proceso de simulación y evaluación se encuentra descrito en el área de Simulación de Producto.</p> <p>Primero debe seleccionarse los componentes o criterios a evaluarse. Dichos criterios pueden variar desde la efectividad del producto, o incluso aspectos mecánicos del mismo. Para la realización exitosa de esta simulación y evaluación es necesario desarrollar modelos de acuerdo a los criterios de evaluación. Si se quiere evaluar la efectividad del diseño, debe desarrollarse un modelo donde se tenga en cuenta los componentes, funciones y ensambles del producto. Si se va a evaluar aspectos físicos y mecánicos del producto, se deben modelar las partes de acuerdo a las propiedades físicas del producto. Una vez realizada la simulación del producto, y habiendo recopilado los datos necesarios, se evalúa y verifica si los modelos cumplen los criterios de evaluación.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Concepto Final - Partes de Diseño - Ensamblés - Lista de Materiales (BOM) 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del Modelo



4.3.4.4 DD - Diseño de Detalle. El diseño de detalle representa aquellos acabados a tener en cuenta para la materialización y definición del producto final. En esta iteración también se definen las dimensiones en detalle de cada componente. Existen riesgos en la producción de un objeto debido a que ningún proceso de manufactura puede lograr dimensiones exactas de producción, por esta razón se hace relevante la definición de tolerancias. Finalmente estos detalles finales deben ser simulados y evaluados para garantizar el cumplimiento de los requerimientos y criterios de diseño. Luego de la simulación y evaluación, se puede proceder a la creación de planos técnicos y especificaciones de manufactura, información indispensable para desarrollar el plan de producción del modelo final del producto.

Figura 22. DD - Diseño de Detalle





- **Descripción de actividades**



1. Definir acabados finales y tolerancias

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es determinar los diferentes acabados de los componentes del producto y las tolerancias que se tendrán en cuenta para la manufactura del producto. Los acabados de los diferentes componentes deben quedar documentados y se puede emplear el uso de modelos para su representación, sean modelos estructurales o modelos icónicos. Se debe realizar un análisis con ciertas consideraciones para determinar el tipo de acabado. Las consideraciones a tener en cuenta son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acabado final dependiente del material a usar en el componente • La función que realice el componente influye en el tipo de acabado a emplear, e incluso el tipo de material. • Posibles efectos que el acabado pueda presentar al exponerse al ambiente de uso (Efectos del agua, aire, presión constante por el usuario final). • Se debe tener en cuenta el proceso que debe ser empleado para obtener el acabado final en los componentes. <p>Normalmente en un proceso de manufactura, es muy difícil lograr que el objeto físico producido tengan las mismas dimensiones que el diseño planeado, esta variación en las dimensiones y acabados se controla a través de las tolerancias, y esta variación se produce debido a los distintos procesos de manufactura a los cuales son sometidas las partes de un producto. Una correcta definición de tolerancias puede asegurar que las funciones o dimensiones del producto no se vean afectadas. Existen estándares ISO para calcular las tolerancias en los componentes de un producto.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Componentes del modelo - Modelos - Lista de Materiales (BOM) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos: Tolerancias y Acabados Finales

Simular y evaluar modelos de diseño de detalle

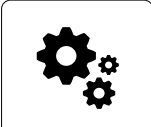

 <p>Actividades</p>	<p>El desarrollo de esta actividad se realiza en el área de Simulación de Producto. El propósito es el simular y evaluar los detalles finales de cada componente del concepto final para verificar si estos satisfacen los requerimientos de diseño. El proceso de simulación y evaluación se encuentra descrito en el área de Simulación de Producto.</p> <p>Primero debe seleccionarse los componentes o criterios a evaluarse. Dichos criterios pueden variar desde la efectividad del producto, o incluso aspectos mecánicos del mismo. Para la realización exitosa de esta simulación y evaluación es necesario desarrollar modelos de acuerdo a los criterios de evaluación. Si se quiere evaluar la efectividad del diseño, debe desarrollarse un modelo donde se tenga en cuenta los componentes, funciones y ensambles del producto. Si se va a evaluar aspectos físicos y mecánicos del producto, se deben modelar las partes de acuerdo a las propiedades físicas del producto. Una vez realizada la simulación del producto, y habiendo recopilado los datos necesarios, se evalúa y verifica si los modelos cumplen los criterios de evaluación.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Componentes del modelo - Modelos - Lista de Materiales (BOM) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle

2. Generar planos técnicos finales

 <p>Actividades</p>	<p>Una vez definidas las tolerancias, acabados finales y evaluados los modelos y componentes del producto, se pueden generar los planos técnicos finales. A través de esta actividad todas las propiedades geométricas y físicas del producto quedan plasmadas en planos que podrán ser usados para la manufactura del modelo final.</p> <p>Primero debe seleccionarse el estándar a emplear para el diseño de estos planos técnicos, acto seguido se generan los planos técnicos. Normalmente dichos planos poseen varias vistas del componentes para facilitar la comprensión geométrica del mismo, el empleo de cortes en secciones es común, y normalmente un componente con varias piezas se muestra en una vista explosionada, donde se puede apreciar en detalle cada pieza del componente, y la ubicación espacial de las piezas.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Componentes del modelo - Lista de Materiales (BOM) - Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planos Técnicos Finales

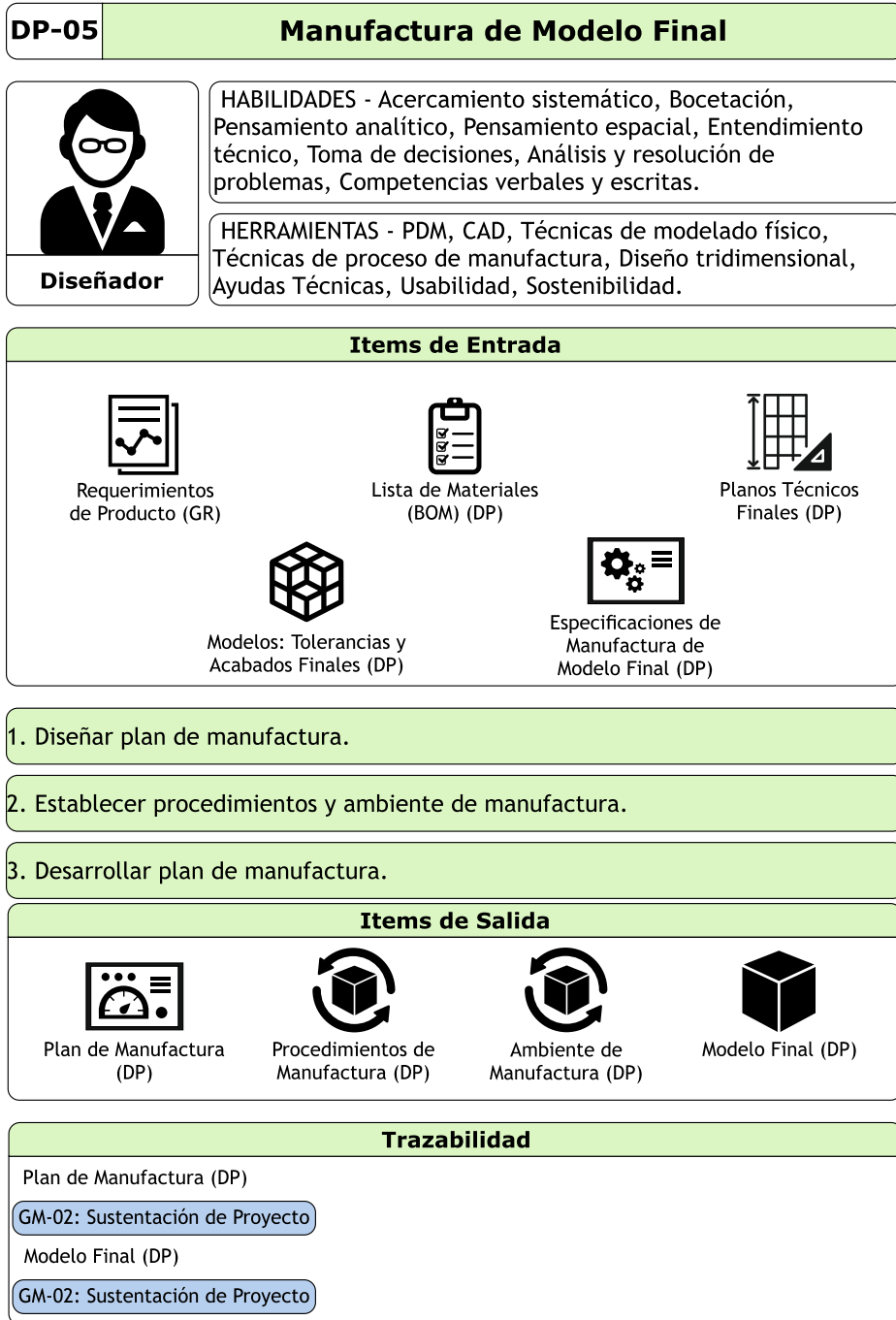
3.

4. Generar especificaciones de manufactura de modelo final

 <p>Actividades</p>	<p>Esta actividad es muy relevante pues permite organizar toda la información del diseño de detalle de tal forma que se especifique cada componente con sus propiedades físicas y mecánicas, y los procesos asociados a cada componente para desarrollar su manufactura. El empleo de planos técnicos, modelos estructurales, icónicos y matemáticos es muy importante durante esta actividad para facilitar la interpretación de las piezas y su manufactura. Las listas de materiales de manufactura (MBOM) relacionadas a cada componente o pieza es de vital importancia para el diseño desarrollo del plan de manufactura.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Componentes del modelo - Lista de Materiales (BOM) - Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Especificaciones de Manufactura de Modelo Final



4.3.4.5 DD - Manufactura de modelo final. Debido a que la EDIUIS no gestiona información de producción, pues las actividades en los talleres proyectuales no se relacionan con la producción de ingeniería asistido por computador (CAPE) o administración de cadenas de suministro, se han agrupado las actividades de manufactura dentro del siguiente DD. Toda el área de diseño de producto, con la información y valor agregado que se ha generado en sus procesos, terminará con el desarrollo y ejecución de un plan de manufactura que permita materializar la visión del producto en un modelo físico.

Figura 23. DD - Manufactura de Modelo Final





- **Descripción de actividades**



1. Diseñar plan de manufactura

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es generar un paso a paso, donde sea posible describir las acciones y procesos necesarios a llevar a cabo, que permitan la manufactura del modelo final. Gracias al plan de manufactura es posible definir un flujo de trabajo, programar una serie de actividades de manufactura en un tiempo determinado, y asignar los recursos necesarios para que dichas actividades puedan llevarse a cabo. Este plan de manufactura nos permite definir que se va a hacer, cuándo, cómo y quién lo va a realizar, para obtener finalmente el producto terminado. Dentro de este plan de manufactura se pueden relacionar piezas y componentes del modelo final a determinadas actividades, que a su vez requieren materiales, procesos, personal, herramientas de manufactura, proveedores de materiales, cantidad de recursos y costos estimados.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos de Producto - Lista de Materiales - Planos Técnicos Finales - Modelos: Tolerancias y Acabados Finales - Especificaciones de Manufactura de Modelo Final 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Manufactura

2. Establecer procedimientos y ambiente de manufactura

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es describir en detalle cada procedimiento empleado en la manufactura del modelo final, es un manual de procedimiento para crear cada componente. Esta actividad es de vital importancia pues permite ahorrar recursos en la manufactura, repetición de actividades y aumenta la calidad del modelo final. Para la ejecución de los procedimientos es necesario tener las herramientas adecuadas y materiales necesarios. Existe la posibilidad de que las herramientas no se encuentren disponibles en una misma ubicación, o no se encuentren disponibles en el momento justo, ejemplo que también puede ser aplicado a los materiales, por ende es de vital importancia diseñar el ambiente de manufactura donde se tenga definido cada herramienta y material a emplear, garantizando su disponibilidad y la realización de procesos y actividades como se tiene previsto.</p>	
 <p>Items</p>	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lista de Materiales - Planos Técnicos Finales - Modelos: Tolerancias y Acabados Finales - Especificaciones de Manufactura de Modelo Final - Plan de Manufactura 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos de Manufactura - Ambiente de Manufactura

3. Desarrollar plan de manufactura

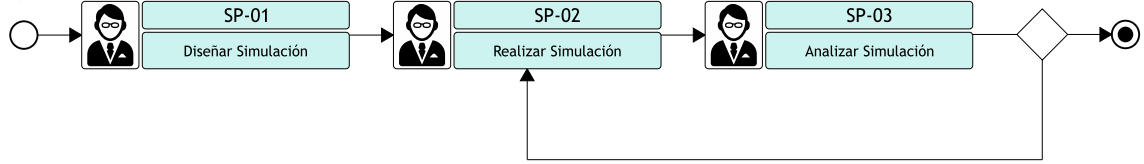
 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es garantizar la convergencia entre el plan de manufactura, los procedimientos de manufactura y el ambiente de manufactura, para desarrollar el modelo final. El plan de manufactura define que se hará, como se hará, cuando se hará, y quien hará las actividades necesarias para producir el modelo final. Los procedimientos describen la realización de las actividades de manufactura, y el ambiente de manufactura define y aporta claridad sobre los recursos necesarios para la manufactura, garantizando su disponibilidad. De esta manera se define el desarrollo y materialización del modelo final.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p>	<p>Ítems de salida</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Manufactura - Procedimientos de Manufactura - Ambiente de Manufactura 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo Final

4.3.5 Simulación de Producto. Esta área de Simulación de Producto (SP) es importante pues permite validar y verificar que el diseño del producto cumple con los requerimientos establecidos en el área GR. De esta manera se puede garantizar que el producto tenga la calidad esperada. Esta área SP consta de actividades de simulación para garantizar la calidad de los productos gracias a la evaluación de los mismos con los requerimientos del proyecto. El área de simulación basa el desarrollo de sus actividades de dos procesos importantes dentro de la gestión de calidad, la verificación y la validación.

El proceso de verificación responde a la pregunta: ¿Estamos construyendo correctamente el producto? Su propósito es asegurar que el producto está cumpliendo los requerimientos específicos. Procesos de verificación observan las especificaciones, estándares y directrices para asegurar que se hayan aplicado correctamente [22]. Por otro lado, el proceso de validación direcciona la pregunta: ¿Estamos construyendo el producto correcto? Pues busca la evidencia de que el producto o servicio satisface las metas y necesidades de los usuarios finales expresados dentro de los requerimientos de los clientes [23].

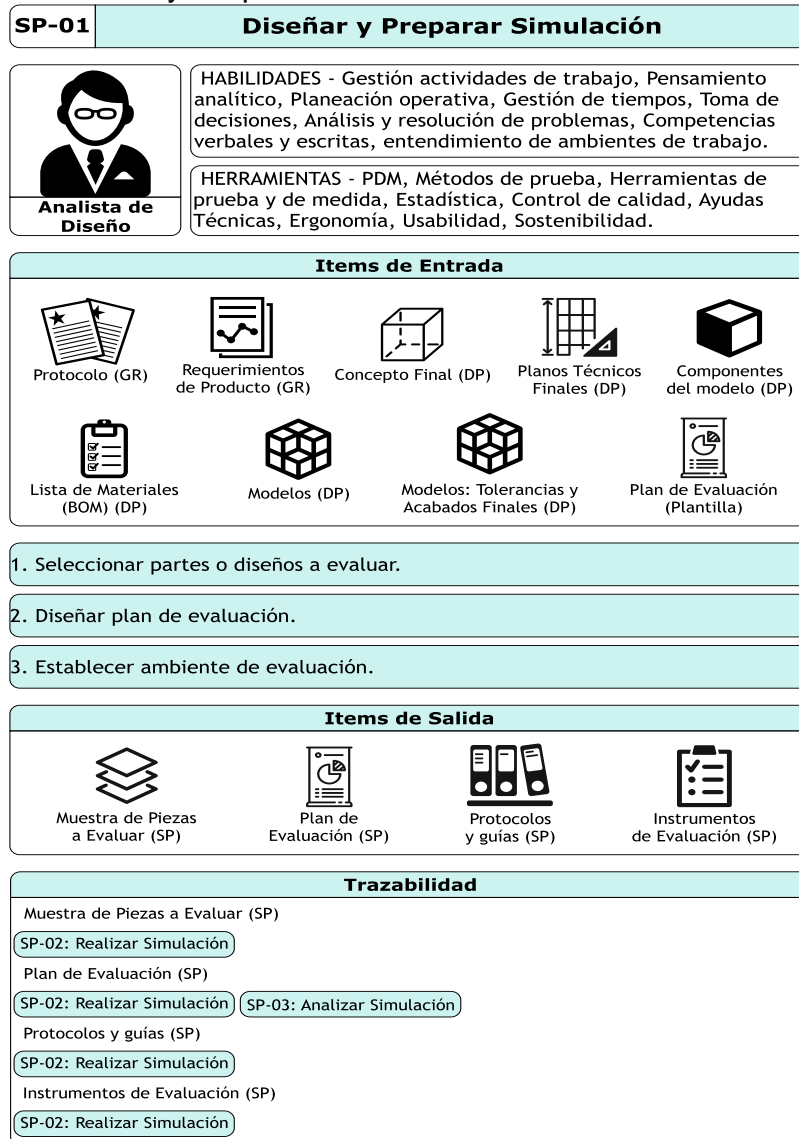
A continuación se presenta el flujo de trabajo SP. Este flujo de trabajo puede ser empleado en cualquier proceso de verificación o validación dentro del MV PLM EDIUIS, y es desarrollado por el rol Analista de Diseño.

Figura 24. Flujo de trabajo de Simulación de Producto





4.3.5.1 DD - Diseñar simulación. Dentro de este DD se definen las muestras de componentes o partes a simular, e diseña un plan de simulación donde se definen los requerimientos a evaluar, las variables o métricas de evaluación, los métodos y procedimientos a ejecutar dentro de la simulación, al igual que las herramientas y el ambiente necesario para desarrollar la simulación.

Figura 25. DD - Diseñar y Preparar Simulación





- **Descripción de actividades**



1. Seleccionar partes a evaluar

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es seleccionar los diseños o partes del diseño que entrarán dentro de la simulación. Adicional a esta selección se debe seleccionar cuáles serán los criterios empleados para ejecutar y evaluar la simulación, generalmente asociados a determinados requerimientos del producto que el diseño o la parte debe cumplir.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modelos - Componentes del Modelo 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestras de piezas a evaluar

2. Diseñar plan de evaluación

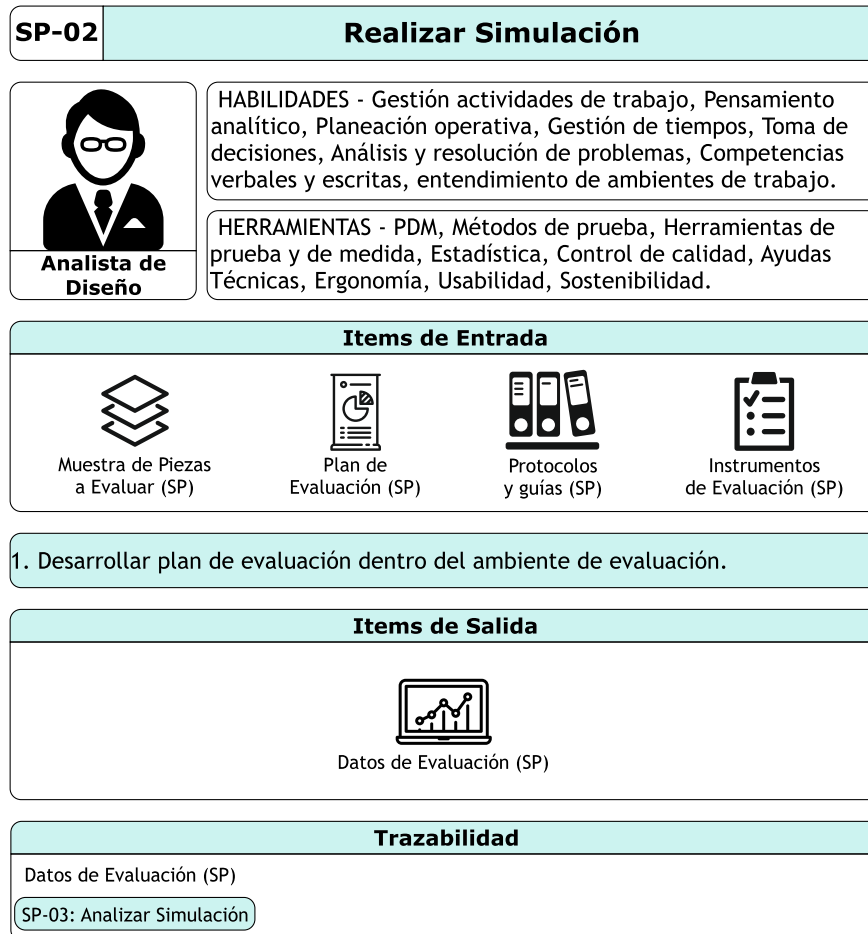
 <p>Actividades</p>	<p>Una vez definida la muestra el siguiente paso es diseñar un plan para efectuar la simulación de las muestras. Para esto se deben definir las variables dentro de la simulación, tales como el tipo de usuario a emplear y el contexto de la simulación. La definición de los requerimientos a y criterios de verificación o validación son muy importantes, al igual que las métricas necesarias para la recopilación de información y mediciones que podrán ser evaluados de acuerdo a los criterios de evaluación.</p> <p>Un aspecto importante del plan de evaluación es definir los métodos por los cuales serán simuladas y evaluadas las muestras, estos métodos varían de acuerdo al componente a evaluar y los criterios que piensan verificarse o validarse. De igual forma debe definirse las actividades a realizar para efectuar la simulación y asignar a cada actividad los componentes necesarios que soporten su desarrollo. Una manera de identificar los componentes que debe contener el plan de evaluación es a través de preguntas de investigación. Si por ejemplo se piensa verificar la efectividad de un mecanismo de giro de acuerdo a ciertos requerimientos, y este mecanismo es accionado por un determinado usuario, es necesario describir la actividad a realizar y el procedimiento empleado para captar la información dentro de la simulación el mecanismo; ¿Donde se ubicará el mecanismo de giro?, ¿De qué manera el usuario interactúa con el mecanismo dentro de la simulación? ¿Cuáles son las herramientas que requiero para desarrollar la actividad? ¿Qué herramientas me permitirán obtener los datos de la simulación? ¿Qué método me permitirá evaluar los datos obtenidos?</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Lista de Materiales - Requerimientos - Modelos - Componentes del Modelo - Plan de Evaluación (Plantilla) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Evaluación - Protocolos y guías - Instrumentos de Evaluación

3. Establecer ambiente de evaluación

 Actividades	<p>El propósito de esta actividad es gestionar los recursos propuestos dentro del plan de evaluación, de forma que se encuentren disponibles y bajo los procedimientos necesarios para efectuar la simulación sin ningún contratiempo. Se deben seleccionar las herramientas necesarias, al igual que los usuarios que harán parte de la simulación. Los métodos para obtener la información de la simulación deben estar definidos y con la asignación de recursos necesarios para poder efectuarse.</p>	
 Items	<p style="text-align: center;">Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Lista de Materiales - Requerimientos - Modelos - Componentes del Modelo - Plan de Evaluación 	<p style="text-align: center;">Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan de Evaluación - Protocolos y guías - Instrumentos de Evaluación



4.3.5.2 DD - Realizar simulación. Una vez definido el plan y ambiente de simulación, se realiza la simulación de las partes del diseño.

Figura 26. DD - Realizar Simulación



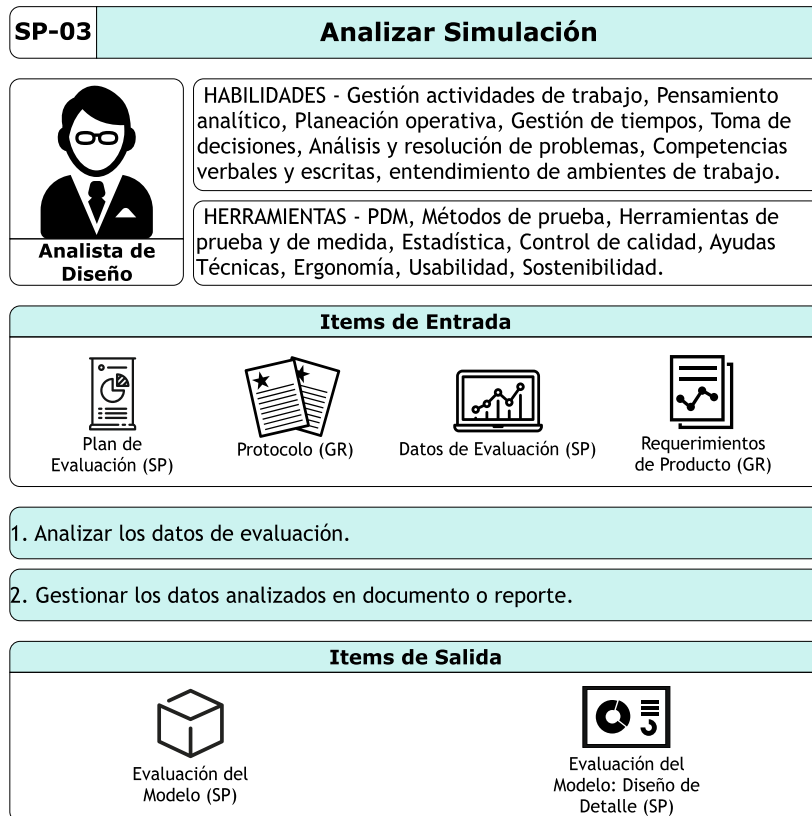
- **Descripción de actividades**

1. Desarrollar plan de evaluación en ambiente de evaluación

 <p>Actividades</p>	<p>En esta actividad se ejecutan los procedimientos que componen el plan de evaluación de la simulación. Se analizan las variables dentro del ambiente de simulación, empleando las métricas definidas, y posteriormente serán evaluadas en base a criterios definidos. A medida que se ejecutan los procedimientos de la simulación, se va documentando la información necesaria para la validación. Esta información queda grabada y almacenada en archivos y documentos predefinidos.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muestra de piezas a evaluar - Plan de Evaluación - Protocolos y Guías - Instrumentos de Evaluación 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Datos de Evaluación

4.3.5.3 DD - Analizar simulación. Una vez recopilados los datos de la simulación, se procede a analizar y evaluar los datos de acuerdo a los criterios definidos en el plan de evaluación.



Figura 27. DD - Analizar Simulación





Trazabilidad	
Evaluación del Modelo (SP)	
DP-03: Modelado de Concepto	DP-04: Diseño de Detalle
Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle (SP)	
DP-04: Diseño de Detalle	GM-02: Sustentación de Proyecto

- **Descripción de actividades**

1. Analizar los datos de evaluación

 Actividades	<p>El propósito de esta actividad es analizar los datos para verificar la calidad de los resultados obtenidos. Estos datos son evaluados de acuerdo a los criterios de evaluación, basado en los requerimientos del producto, de esta manera se puede medir que tan satisfechos quedan los requerimientos en el determinado producto. Permitiendo aportar mejoras y tomar decisiones que aporten calidad al desarrollo del producto.</p> <p>Una buena manera de evaluar los resultados es comparar los resultados obtenidos con los resultados que se esperaban obtener. También se pueden identificar problemas a través de los criterios y el ambiente de evaluación.</p>	
 Items	Ítems de entrada	Ítems de salida
	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Evaluación - Protocolo - Requerimientos del Producto - Datos de Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del Modelo - Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle

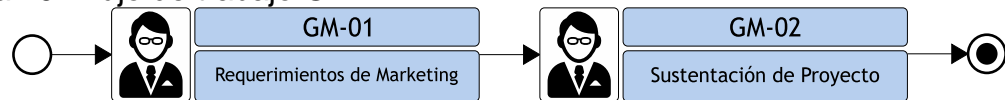
2. Gestionar datos analizados en documento o reporte

 Actividades	<p>Una vez analizados los datos obtenidos en la simulación y habiendo efectuado los pasos de la anterior actividad, estos se documentan de un reporte, teniendo un énfasis en la información que pueda mejorarse y aportar mejoras al diseño del producto.</p>	
 Items	Ítems de entrada	Ítems de salida
	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Evaluación - Protocolo - Requerimientos del Producto - Datos de Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación del Modelo - Evaluación del Modelo: Diseño de Detalle

4.3.6 Gestión de marketing. La Gestión de Marketing (GM) es el área de proceso encargada de comunicar el valor del producto o servicio a los usuarios, al igual que mantener la relación que una empresa o institución posea con sus clientes y usuarios finales de sus productos o servicios. La GM del MV PLM EDIUIS basa sus actividades en la transmisión de valor del producto dentro de un entorno educativo, debido a que el desarrollo proyectual debe ser evaluado por identidades docentes externas al proyecto y así mismo este desarrollo es

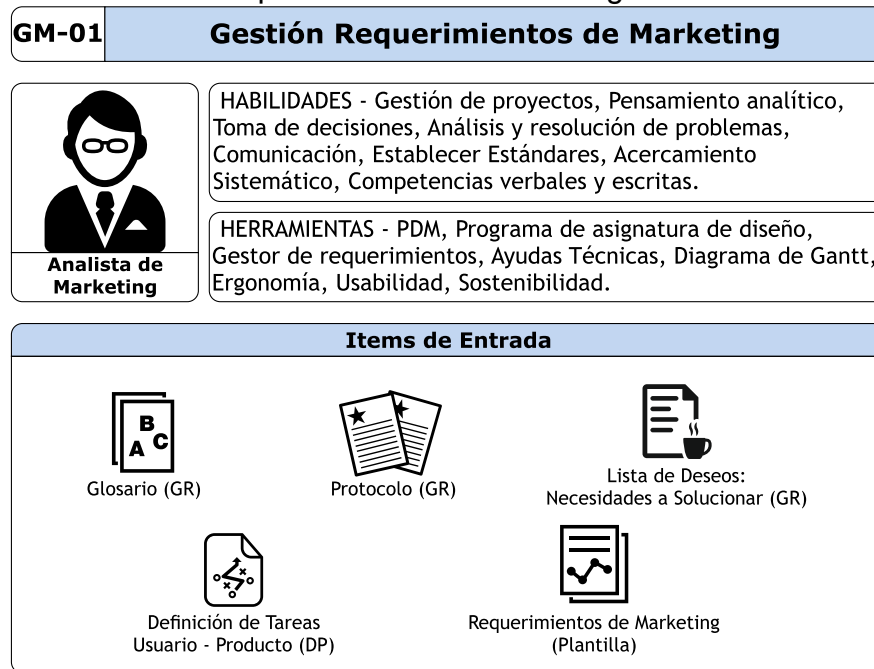
supervisado por las identidades a cargo del desarrollo del proyecto. La información generada en esta área se almacena en ítems como artículos científicos, posters, libros de diseño, stands, sustentaciones de proyecto, y la demás parafernalia de herramientas que soportan la transmisión del valor del producto a su entorno. Las actividades presentes en esta área de proceso pretenden dotar a docentes y estudiantes de la EDIUIS con medios para definir y ejecutar los requerimientos de marketing de los proyectos. Está área es desarrollada por el rol Analista de Marketing.

Figura 29. Flujo de trabajo GM



4.3.6.1 DD - Requerimientos de marketing. Este DD busca transformar las necesidades de marketing del proyecto en requerimientos. Todo producto necesita transmitir su valor a su entorno, por ende es necesario que el Analista de Marketing identifique las herramientas adecuadas para transmitir el valor del producto.

Figura 30. DD - Gestión Requerimientos de Marketing



1. Definir las variables de marketing.

2. Definir requerimientos de marketing y darles prioridad.

Items de Salida



Definición de Variables de Marketing (GM)



Requerimientos de Marketing (GM)

Trazabilidad

Requerimientos de Marketing (GM)



GR-03: Definición de Requerimientos

GR-04: Alcance de Producto



GM-02: Sustentación de Proyecto

• **Descripción de actividades**

1. Definir las variables de marketing

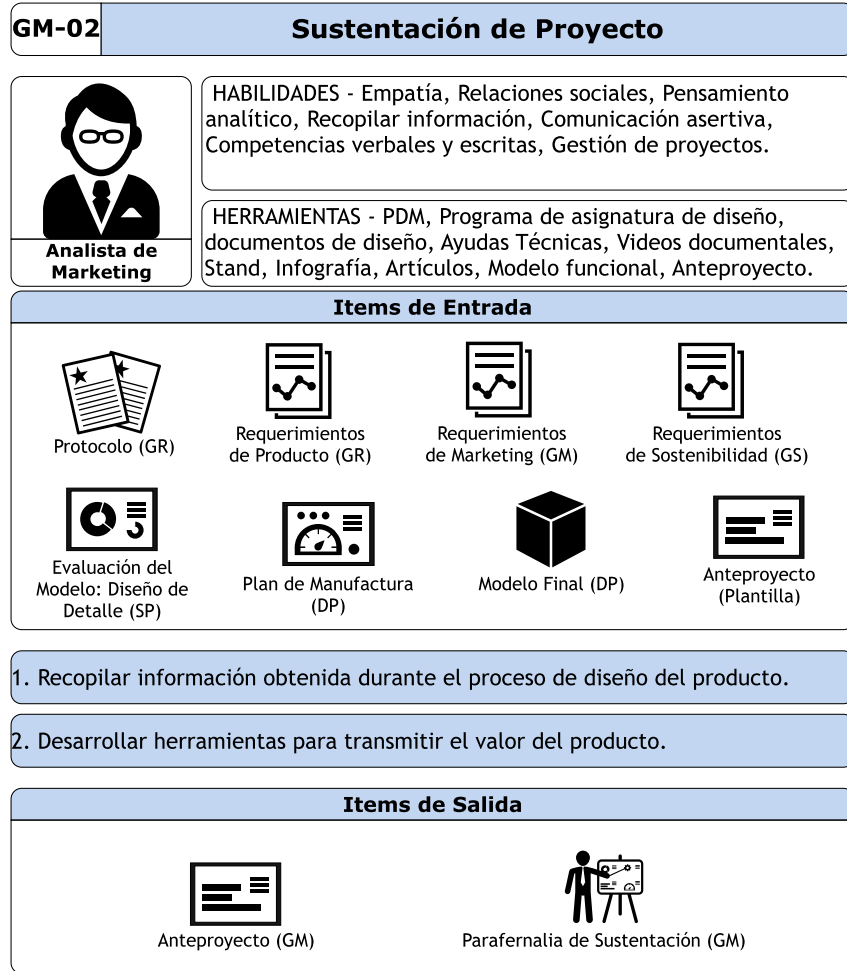
 <p>Actividades</p>	<p>Las variables de marketing están ligadas a los requerimientos educativos del proyecto de diseño de la EDIUIS, pues en la medida como se desarrolle el proyecto y este requiera ser supervisado por las identidades a cargo de la supervisión del proyecto, se debe transmitir correctamente el valor real del producto. Si es necesario realizar alguna exposición de un tema en particular del proyecto en desarrollo, el Analista de Marketing debe identificar las herramientas o procesos adecuados para que la exposición transmita la información correctamente, de manera clara y coherente. Las variables se pueden entender como los elementos que se deben tener en cuenta para satisfacer las necesidades de un área específica, en este caso el área de marketing, y en base a estos elementos y necesidades se pueden formular los requerimientos. Un ejemplo de ello puede ser la sustentación de un proyecto, si existe la necesidad de sustentar el proyecto de diseño, entonces las variables de esa necesidad es la manera como la sustentación puede llevarse a cabo, teniendo en cuenta herramientas y procesos para solventar esa necesidad. A partir de esas variables, se pueden formular los requerimientos de marketing, y en base al anterior ejemplo podría ser el requerimiento de diseñar una exposición con diapositivas para la sustentación del proyecto.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de Tareas Usuario – Producto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de Variables de Marketing

2. Definir requerimientos de marketing y darles prioridad

 <p>Actividades</p>	<p>Teniendo la definición de las variables dentro del diseño del producto es posible transformar las variables en distintos requerimientos del producto. Es normal encontrar una gran variedad de requerimientos, esta variedad de requerimientos busca solventar necesidades en cada fase del ciclo de vida del producto. Para desarrollar esta actividad es necesario analizar los requerimientos encontrados y darles un nivel de prioridad, un requerimiento relacionado con una función del producto posee una prioridad distinta a un requerimiento de color del producto, depende del estudiante identificar que requerimientos tendrán más prioridad.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de Tareas Usuario – Producto - Requerimientos de Marketing (Plantilla) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos de Marketing



4.3.6.2 DD - Sustentación de proyecto. Una vez definidos los requerimientos de marketing, se recopila la información del proyecto para su sustentación, esta información puede recopilarse en anteproyectos. La culminación de un proyecto en la EDIUS se da con la sustentación del proyecto, donde el estudiante presentará a la comunidad el resultado del desarrollo proyectual, y el valor que se ha generado en este proceso a través de herramientas de marketing tales como artículos, videos, exposiciones, modelos, entre otros.

Figura 31. DD - Sustentación de Proyecto





• **Descripción de actividades**

1. Recopilar información obtenida en el proceso de diseño

 Actividades	El propósito de esta actividad es recopilar la información generada durante el ciclo de vida del producto en un ítem documento.	
 Items	Ítems de entrada	Ítems de salida
	<ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Requerimientos de Marketing - Requerimientos de Sostenibilidad - Evaluación del modelo: Diseño de Detalle - Plan de Manufactura - Anteproyecto (Plantilla) 	<ul style="list-style-type: none"> - Anteproyecto

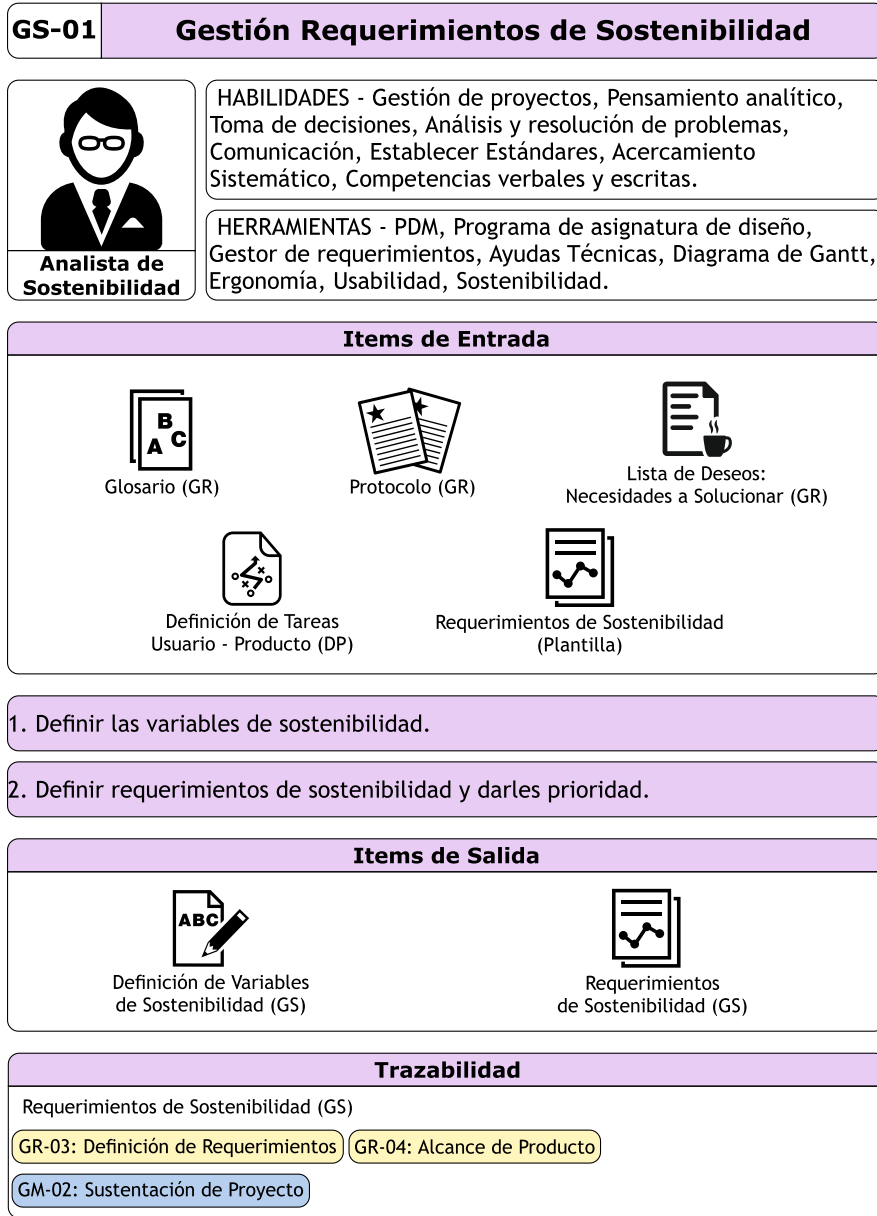
2. Desarrollar herramientas para transmitir el valor del producto

 <p>Actividades</p>	<p>El propósito de esta actividad es facilitar la transmisión y difusión del valor generado durante el ciclo de vida del producto a la sociedad, a través de diversos recursos gráficos, tales como artículos, documentos informativos, modelos, manuales, videos, entre otros, de acuerdo a las necesidades del desarrollo del proyecto y el segmento social al cual va dirigido.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocolo - Requerimientos de Producto - Requerimientos de Marketing - Requerimientos de Sostenibilidad - Evaluación del modelo: Diseño de Detalle - Plan de Manufactura - Anteproyecto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parafernalia de Sustentación

4.3.7 Gestión de sostenibilidad. Todo producto debe tener en cuenta el impacto de sostenibilidad que posee durante su ciclo de vida, valorando que los elementos que requiere dicho producto para ser desarrollado, al igual que los elementos producidos durante el ciclo de vida no impacten negativamente su entorno, y en los talleres proyectuales de la EDIUIS debe preservarse este principio de sostenibilidad. El MV PLM EDIUIS ha adaptado en su área de proceso actividades encaminadas a la identificación de requerimientos de sostenibilidad durante el desarrollo de proyectos, que mediante el área de gestión de requerimientos, dichos requerimientos de sostenibilidad serán gestionados para garantizar su cumplimiento. El área GS consta de un solo DD, y es desarrollada por el rol Analista de Sostenibilidad.



4.3.7.1 DD - Gestión requerimientos de sostenibilidad. Este DD busca transformar las necesidades ambientales y sociales que puedan verse afectadas con el desarrollo del proyecto, a fin de generar variables y requerimientos de sostenibilidad que permitan controlar un desarrollo sostenible del ciclo de vida del producto.

Figura 32. DD - Gestión Requerimientos de Sostenibilidad





- **Descripción de actividades**

1. Definir variables de sostenibilidad

 <p>Actividades</p>	<p>Las variables de sostenibilidad se obtienen con la información generada en el área GR, puesto que se debe analizar la experiencia del usuario final, los requerimientos del producto, así como el proceso de desarrollo del proyecto para poder identificar variables en cualquier área de proceso del MV PLM EDIUIS que pueda afectar negativamente el entorno ambiental o social, para proceder a una gestión de requerimientos de sostenibilidad que disminuya ese impacto negativo en el entorno.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de Tareas Usuario – Producto 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición de Variables de Sostenibilidad

2. Definir requerimientos de sostenibilidad y darles prioridad

 <p>Actividades</p>	<p>Teniendo la definición de las variables dentro del diseño del producto es posible transformar las variables en distintos requerimientos del producto. Es normal encontrar una gran variedad de requerimientos, esta variedad de requerimientos busca solventar necesidades en cada fase del ciclo de vida del producto. Para desarrollar esta actividad es necesario analizar los requerimientos encontrados y darles un nivel de prioridad, un requerimiento relacionado con una función del producto posee una prioridad distinta a un requerimiento de color del producto, depende del estudiante identificar que requerimientos tendrán más prioridad.</p>	
 <p>Items</p>	<p>Ítems de entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glosario - Protocolo - Lista de Deseos: Necesidades a Solucionar - Definición de Tareas Usuario – Producto - Requerimientos de Marketing (Plantilla) 	<p>Ítems de salida</p> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos de Sostenibilidad

5. SELECCIÓN E IMPLANTACIÓN DEL AMBIENTE PLM

La estrategia PLM propuesta para satisfacer las necesidades de la EDIUIS se basa en dos pilares. Uno de los pilares para la gestión del ciclo de vida del producto es un software PLM, que permita una Gestión de Datos de Producto (PDM). Gracias al software PLM se obtiene un entorno virtualizado que permite la administración centralizada y precisa de la información generada en las áreas de proceso asociadas a las fases del ciclo de vida. Pero un software PLM no puede administrar la información si no se define primero “como” la información será administrada. Para esto se incorpora el segundo pilar que aporta coherencia a la estrategia de gestión del ciclo de vida del producto, y es el modelo de visualización (MV). El MV aporta la manera como deben interactuar los flujos de trabajo, actividades, identidades e ítems dentro de la estrategia PLM. Teniendo definido el MV es posible seleccionar el software PLM que se adapte a las necesidades de gestión de información de la EDIUIS para su implantación en el estudio de caso, pero primero es necesario identificar las soluciones PLM y PDM presentes actualmente en el mercado e identificar sus características.

Los software PLM ofrecidos en el mercado se integran por varios sistemas y procesos (Gestión de necesidades de clientes, gestión de portafolio de producto, entre otros) los cuales buscan adaptarse a las necesidades de las empresas, extendiendo su gestión de información a cada área del ciclo de vida del producto.

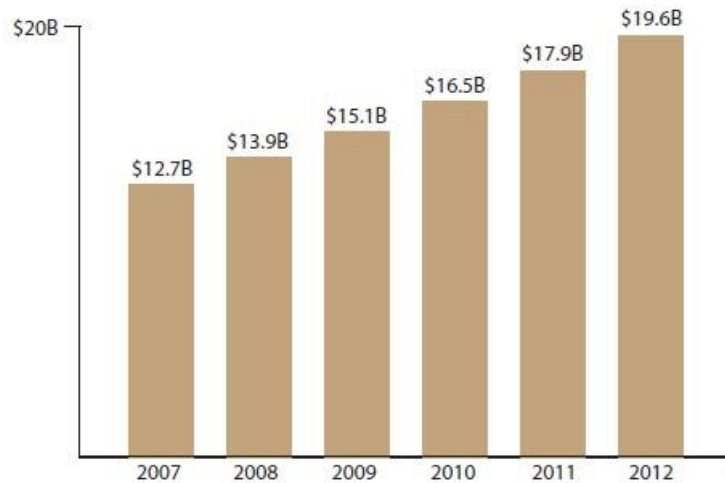
5.1 MERCADO PLM

“El mercado de gestión del ciclo de vida del producto, ahora en 12,7 billones de dólares (2007), crecerá a 20 billones para el 2012, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 9% a cinco años, gracias al incremento en el desarrollo global de productos, la necesidad por una gestión de datos unificada, y la colaboración rápida a través de la cadena de suministros” [24]

El mercado PLM se encuentra en constante crecimiento debido principalmente a las siguientes razones: [24]

- Incremento en ventas de CAD 3D y productos de gestión de datos (PDM)
- Necesidad de tener un mejor manejo del portafolio de productos y necesidades de los clientes.
- Expansión de la gestión del ciclo de vida del producto en industrias como las prendas de vestir, los bienes de consumo envasados (CPG), y ciencias biológicas así como en geografías tales como Asia-Pacífico y América Latina
- Asociación con varios socios tanto en empresas grandes como pequeñas en el desarrollo de productos, lo cual se hace necesario eliminar varios grupos aislados de “know how” en un “know how” centralizado.

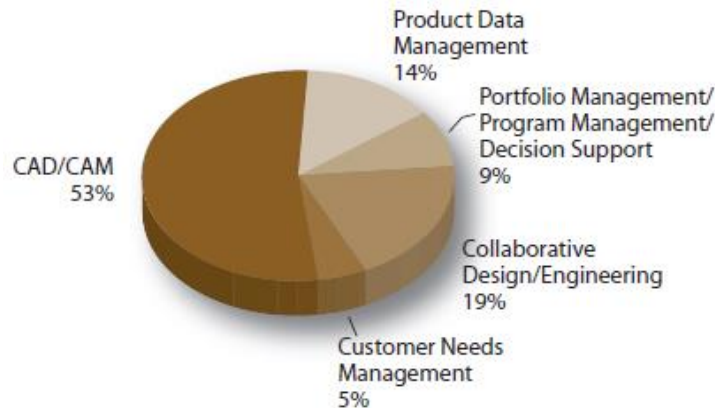
Gráfica 3. Estimación de ingresos de aplicaciones PLM (En billones de dólares)



Fuente: Estudio AMR, 2008 [24]

Dentro de los ambientes PLM existen diversos segmentos de aplicaciones enfocados a gestionar diversa información de las empresas de acuerdo a sus variadas necesidades. En la siguiente gráfica se aprecian los ingresos por licencia obtenidos de acuerdo a los segmentos de aplicaciones PLM.

Gráfica 4. Ingresos de licencias PLM por segmento de aplicaciones, 2007



Fuente: Estudio AMR, 2008 [24]

La anterior gráfica evidencia el uso de aplicaciones PLM para la gestión de archivos CAD/CAM (53%), facilitar el diseño e ingeniería colaborativo (19%) y sistemas de gestión de datos del producto (14%).

La empresa consultora IDC Manufacturing Insights dentro de su estudio de aplicaciones PLM dentro del mercado ha realizado una lista de empresas que actualmente ofrecen sistemas PDM/PLM y se encuentran bien posicionadas en varios segmentos del mercado industrial. Esta selección no se encuentra limitada por la presencia regional de las empresas o sus actuales ingresos [25].

- Autodesk
- Aras
- Dassault Systemes
- Datastay
- Infor
- Oracle
- PTC
- SAP
- Siemens PLM

La siguiente figura muestra los vendedores más representativos del mercado con las aplicaciones PLM/PDM que ofrecen al mercado, y los servicios que estas aplicaciones ofrecen, incluidos servicios de entrenamiento.

Cuadro 29. Vendedores PLM, soluciones y servicios

Vendedor	Solución	Productos & Servicios
Siemens PLM	Teamcenter: Ingeniería, Empresa, Manufactura, Sistemas de ingeniería, Visualización	PDM, CAD, CAE, CAM, I-deas Transition, Analista dinámico Femas, Analista de estrés, Simulación de planta, Proceso de diseño, Proceso de simulación, Robcad.
	NX, NX Nastran, Technomatix	Entrenamiento, Certificados, Red de socios.
Dassault Systemes	ENOVIA, CATIA, SIMULIA, DELMIA	PDM, CAD, CAE, CAM, Innovación social, Inteligencia de información.
	SolidWorks, 3DVIA, DSwYm, Exalead	Entrenamientos universitarios, Certificados, e-learning, red de socios.
Autodesk PLM	360° Nexus, AutoCAD, 3dsMax, Inventor, Maya, Revit Architecture	PDM, CAD, CAE, CAM, Creación de entretenimiento digital, Diseño sustentable, Prototipado digital, Simulación, Diseño de planta e infraestructura.
SAP-PLM	Idea Management, SAP Enterprise Project Connection	PDM, Gestión de producto, Desarrollo de productos y colaboración, Gestión del ciclo de vida.
PTC Windchill	Creo, Windchill, Arbortext	PDM, CAD, CAM, CAE, Bocetación, Simulación, Gestión de procesos, Integración y gestión de seguridad de datos, Servicio de control de procesos, Análisis de productos y Mathcad. e-learning, Entrenamientos, Certificados.
Aras Corporation	Aras Innovator	PDM (Código abierto)
Arena Solutions	ARENA EDA /Integration PDM	PDM, Consulta de procesos de negocio, Migración de datos, Gestión de proyectos.

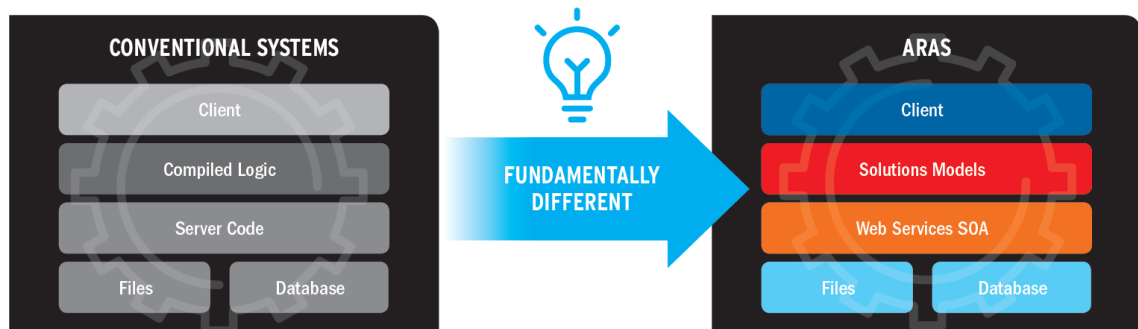
Fuente: Javier Martínez, 2013. Traducido por el autor [5].

Aras Innovator, a pesar de no poseer un variado portafolio de aplicaciones PLM como otras empresas dentro del mercado, ha logrado posicionarse en varios segmentos del sector industrial, debido al atractivo que ofrece su plataforma de código abierto. Al tener una plataforma de código abierto, las empresas pueden adquirir su software libremente sin restricciones de licencia, y adicional pueden modificar el código fuente de la plataforma PLM para adaptar el sistema a las necesidades específicas de una empresa. Esta importante característica vuelve a Aras Innovator una opción muy atractiva a medianas y pequeñas empresas que busquen innovar sus procesos productivos a través de ambientes PLM, pero no poseen los recursos suficientes o la madurez necesaria para migrar a ambientes PLM con procesos mucho más complejos y diversificados.

5.2 ARAS INNOVATOR

Aras Innovator es un software de gestión del ciclo de vida del producto (PLM) desarrollado por empresa americana Aras Corporation, fundada por Peter Schroer en el año 2000. Aras Corporation adicional al desarrollo de Aras Innovator ofrece software de planeación de calidad avanzada del producto o APQP, por sus siglas en inglés. Hasta el año 2007 Aras Corporation distribuyó Aras Innovator bajo una licencia de restricción de libertades, o software de código cerrado, pero no contentos con el éxito del producto, se decidió ofrecer el ambiente PLM como un software libre. Aras Corporation provee soporte técnico, actualizaciones de software, y consultoría a través de un servicio de suscripción [26].

Figura 33. Enfoque PLM Flexible



Fuente: Aras Corporation, 2015 [27]

Los sistemas PLM convencionales dependen de esquemas “hard-coded” difícilmente modificables y de su lógica de negocios. Estos sistemas PLM históricamente se han enfrentado a obstáculos cuando los requerimientos de negocio de una empresa cambian o se planea adoptar nuevas tecnologías, puesto que esto representa cambios en la forma como funcionan los PLM, y para cambiar antiguos modelos PLM es necesario una reprogramación compleja del código dentro del software para adaptar el sistema a las nuevas necesidades,

representando grandes gastos de tiempo y dinero, además de una limitante en el desarrollo e innovación de la empresa.

Aras Innovator sin embargo es un ambiente PLM flexible y actualizable el cual permite el manejo de portafolios de productos complejos y sus ciclos de vida de manera escalable. Esto es posible gracias a su arquitectura de funcionamiento orientada en los servicios que ofrece a través de la web y un enfoque basado en modelos. Gracias al entorno de código abierto ofrecido por Aras, su plataforma web emplea estándares abiertos permitiendo así una adaptabilidad constante y moderna dentro del ambiente PLM frente a cualquier cambio en los requerimientos del modelo de negocio mientras permite a las compañías incorporar nuevas tecnologías o actualizar las ya existentes afectando de forma mínima los procesos dentro del PLM. Esta característica hace de Aras Innovator sostenible en el tiempo de acuerdo a las necesidades de la empresa, sin que la empresa deba adaptarse a las limitaciones del ambiente PLM.

Las capacidades del Aras Innovator son variadas y sus usuarios pueden acceder a dichas capacidades de acuerdo a dos versiones del software; Una versión abierta la cual posee capacidades básicas y una versión de suscripción la cual ofrece todas las capacidades del software. A continuación se muestran las capacidades de Aras Innovator teniendo en cuenta ambas versiones. Dichas capacidades están distribuidas en los tres segmentos que componen todo el ambiente Aras Innovator:

- Capacidades del PLM
- Capacidades del PDM
- Capacidades de la plataforma

Cuadro 30. Capacidades del PLM

Capacidad	Versión Abierta	Versión de Suscripción
Gestión de Documentos	✓	✓
Gestión de Partes	✓	✓
Listas de Materiales	✓	✓
Gestión de Cambios	✓	✓
Gestión de Configuración	✓	✓
Gestión de Proyectos	✓	✓
Componentes de Ingeniería	✓	✓
Gestión de Calidad	✓	✓
Sistemas de Ingeniería		✓
Gestión de Requerimientos		✓
Publicaciones Técnicas		✓
Integración con Gestión del Ciclo de Vida de Aplicaciones (ALM)		✓
Integración con Gestión de Datos del Producto (PDM)		✓

Fuente: Aras Corporation, 2015. Traducido por el autor [28]

Cuadro 31. Capacidades del PDM

Capacidad	Versión Abierta	Versión de Suscripción
Gestión de Documentos	✓	✓
Gestión de Partes	✓	✓
Lista de Materiales	✓	✓
Gestión de Cambios	✓	✓
Conector Office		✓
Conector CAD		✓
Bosquejo Digital		✓

Fuente: Aras Corporation, 2015. Traducido por el autor [28]

Cuadro 32. Capacidades de la Plataforma

Capacidad	Versión Abierta	Versión de Suscripción
Gestión de Ítems	✓	✓
Gestión de Ciclos de Vida	✓	✓
Gestión de Flujos de Trabajo	✓	✓
Gestión de Seguridad	✓	✓
Internacionalización	✓	✓
Reportes	✓	✓
Integración con Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)	✓	✓
Bóveda de datos (Vault)	✓	✓
Colaboración Visual		✓
Suscripción Única		✓
Replicación de Bóvedas de Datos		✓
Integración con Planeación de Recursos Empresariales (ERP)		✓

Fuente: Aras Corporation, 2015. Traducido por el autor [28]

5.3 IMPLANTACIÓN DE ARAS INNOVATOR

Aras Innovator presenta una arquitectura de tipo cliente-servidor, y la instalación del entorno de software PLM será analizado a profundidad en el estudio de caso tratado en el siguiente capítulo.

6. ESTUDIO DE CASO

El objetivo del estudio de caso es valorar la factibilidad de la estrategia PLM mediante la aplicación de dicha estrategia en un proyecto de diseño desarrollado en la EDIUIS.

6.1 METODOLOGÍA

Para realizar el estudio de caso se seleccionó un proyecto de diseño desarrollado en la EDIUIS en la asignatura Diseño VIII: Interdisciplinar. El proyecto es un juego de mesa diseñado para personas con discapacidad visual llamado POP.

Para la instalación del ambiente PLM se empleó una máquina portátil como servidor y se emplearon máquinas de escritorio como clientes. El Servidor Aras Innovator se instaló en una máquina virtualizada con Windows Server 2012, la cual se ejecutó dentro de la máquina portátil. Para las máquinas clientes se emplearon máquinas de la sala de cómputo de la EDIUIS, las cuales ejecutan Windows 8.1 y accedieron al ambiente PLM a través del navegador web Firefox. Aras Innovator fue configurado y adaptado a las necesidades de gestión de información del estudio de caso y al proyecto de diseño empleando las áreas de proceso de Gestión de Proyectos (GP), Gestión de Configuración y cambios (CCM), Diseño de Producto (DP) y Simulación de Producto (SP). Todas las áreas de proceso empleadas en el estudio de caso están definidas en el MV PLM EDIUIS.

La ejecución del estudio de caso y la gestión de información dentro de este estudio se dio a través de la creación de un proyecto dentro de Aras Innovator y su desarrollo a través del software PLM. Finalmente la gestión de la información generada en este estudio de caso se documentó en este documento.

6.2 POP: JUEGO DE MESA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Pop es un juego de mesa diseñado para personas con discapacidad visual que fue desarrollado en la EDIUIS dentro del taller proyectual Diseño VIII: Interdisciplinar. Este juego tiene la finalidad de estimular la capacidad cognitiva de las personas a través de la percepción de estímulos espaciales, sonoros y táctiles.

Las personas con discapacidad visual enfrentan dificultades para relacionarse e interactuar con su entorno debido a la reducción de sus sentidos, limitando su percepción del entorno respecto a una persona sin esta discapacidad. Esta limitante física sumada a su interacción con un entorno que no ha sido diseñado para personas bajo esta discapacidad, afecta el desarrollo de actividades en varios aspectos de su vida, incluidos los momentos de ocio. POP pretende satisfacer la necesidad de entretenimiento de este nicho de mercado a través de un juego de mesa especialmente diseñado para que personas con esta

discapacidad disfruten de su modo de juego gracias a su interfaz. POP consiste en una serie de lanzamientos de pelotas de goma a través de un disparador de aire, dirigido y controlado por el usuario de forma manual, con la finalidad de realizar anotaciones de las pelotas dentro de una zona de anotación, compuesta por 6 orificios. Las personas con discapacidad visual pueden usar el juego gracias a su interfaz especialmente diseñada, la cual emplea el uso de botones accionados por el usuario, generando una retroalimentación auditiva de instrucciones pregrabadas dentro del dispositivo, las cuales guían el desarrollo del juego.

Imagen 1. Modelo icónico inicial de POP

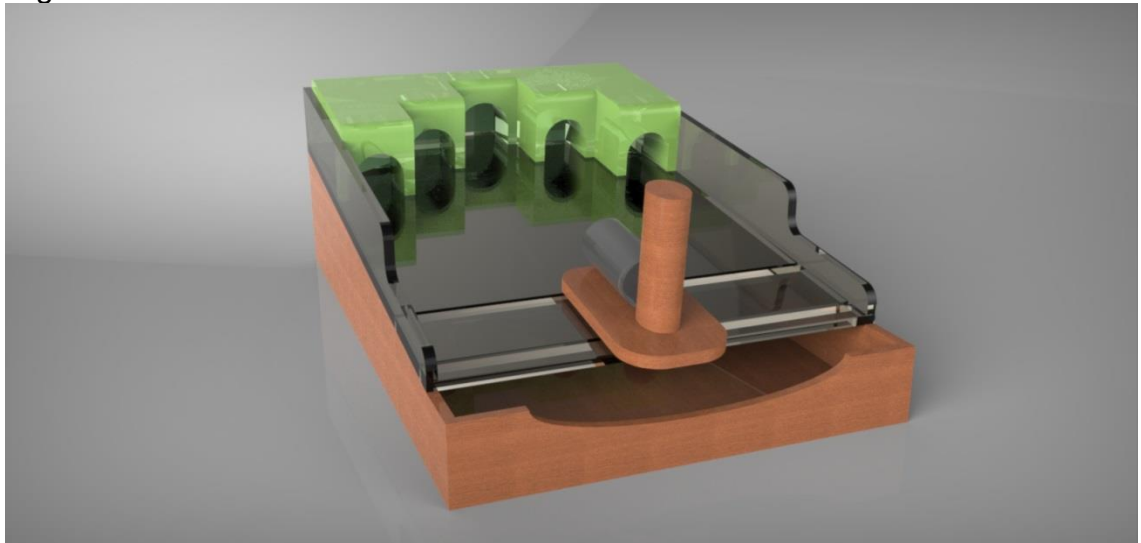
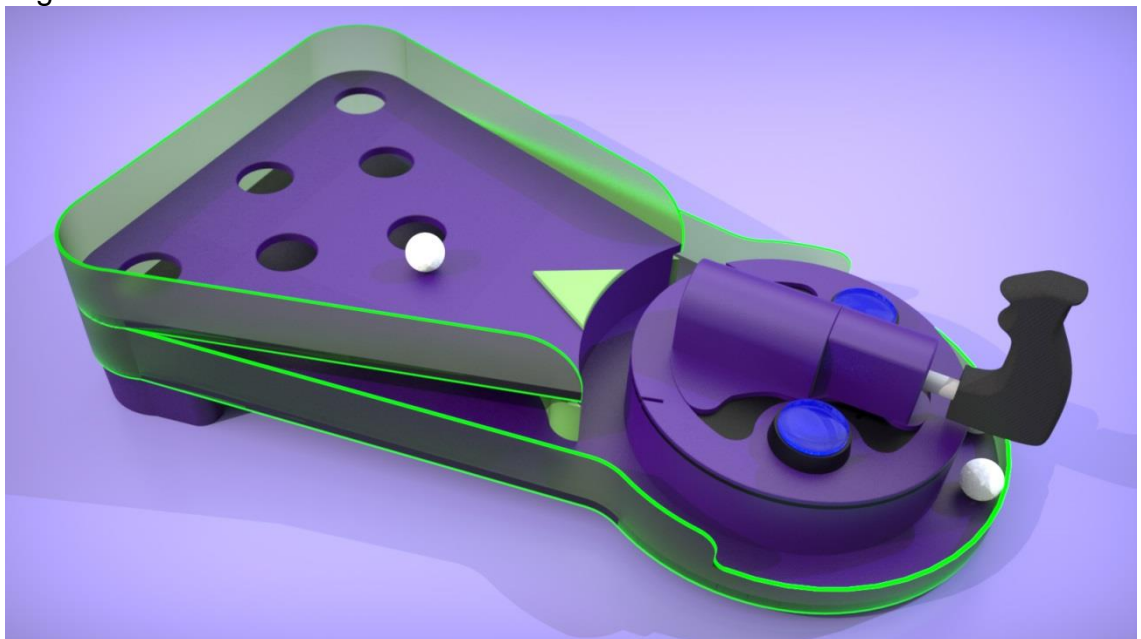


Imagen 2. Modelo icónico final de POP

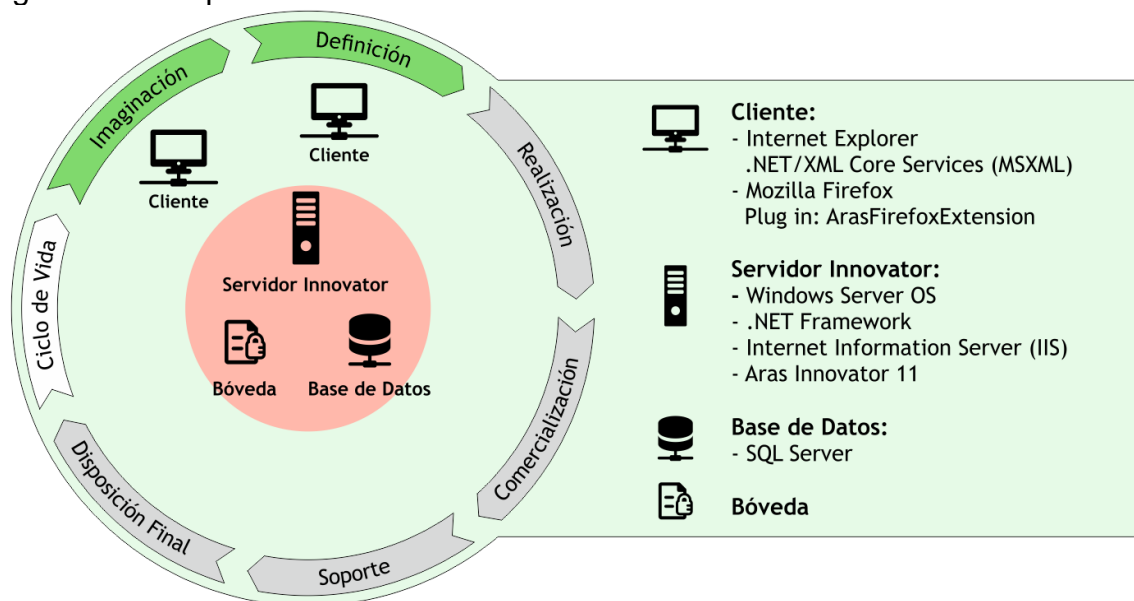


El desarrollo de este proyecto tomó 16 semanas, dentro de los cuales se abarcaron las fases de ideación y definición del ciclo de vida del producto, se desarrollaron procesos y actividades dentro de las áreas de gestión de requerimientos, diseño de producto, simulación de producto, gestión de marketing y de sostenibilidad. Toda la información generada durante estas fases del ciclo de vida de POP se gestionó a través de los recursos convencionales que posee la escuela para la gestión de sus proyectos.

6.3 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE PLM ARAS INNOVATOR

Aras Innovator presenta una arquitectura de tipo cliente-servidor. A continuación se muestran los componentes necesarios para instalar el software PLM de Aras.

Figura 34. Componentes de Aras Innovator



Los componentes son: un servidor, un cliente, una base de datos, y una bóveda. Aras Innovator es una aplicación basada en el software .Net, desarrollado por Microsoft, la cual permite ser instalada en entornos virtualizados, en este caso se instala dentro del servidor de información de internet, o IIS por sus siglas en inglés. Este servidor es una característica presente en los sistemas operativos Windows Server, por lo tanto Aras Innovator debe ser instalado en este sistema operativo. Para que Aras Innovator guarde y almacene información es necesario utilizar bases de datos, las cuales son gestionadas dentro de SQL Server, una plataforma de gestión de bases de datos. Una vez instalada y configurada la aplicación junto al servidor IIS y SQL Server, los usuarios pueden acceder a través de la red de internet usando navegadores como Internet Explorer o Mozilla Firefox. Finalmente la bóveda permite almacenar archivos que se ingresan al entorno de Aras Innovator y se instala automáticamente al instalar Aras.

6.4 SERVIDOR PRINCIPAL DE ARAS INNOVATOR

a. Requerimientos Mínimos del Servidor

Cada componente requiere de privilegios administrativos. Los requerimientos mínimos del sistema para la instalación son los siguientes:

Cuadro 33. Plataforma

Componente	Plataforma	Versión
Sistema Operativo	MS Windows Server	2012 2008 R2
Servidor Web	MS Internet Information Server	8 7
.Net	.Net Framework	4.0
Base de Datos Relacional	MS SQL Server	2012 2008 R2
Servidor de Reporte (Opcional)	MS SQL Server	2012 2008 R2

Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [29]

Cuadro 34. Configuración

Requerimientos del Sistema	
Velocidad del Procesador	2.0 GHz
Espacio Libre en el Disco	1.0 GB
Memoria Principal	4.0 GB
Monitor	Resolución de 1024 x 768 con 16-bit de color

Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [29]

Cuadro 35. Configuración de la Red

Requerimientos del Sistema	
Red	Microsoft TCP/IP Adaptador de Red Ethernet
Sistema de Archivos	NTFS

Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [29]

b. Máquina Empleada en el Servidor del Caso Estudio

Para las necesidades de gestión de información del caso estudio se ha empleado el uso de un único servidor, el cual se ha instalado en una máquina con la siguiente plataforma y configuración:

Cuadro 36. Plataforma y Configuración

Componente	Plataforma	Versión
Fabricante del Sistema	Dell Inc.	
Modelo del Sistema	XPS	L521X (2012)
Sistema Operativo	MS Windows	8.1 Pro 64 bits
Nombre de la Máquina	DIAMONDS	
BIOS	InsydeH2O	03.72.24 ^a 16
Procesador	Intel Core i7	3632QM (8 CPUs) @2.2GHz
Memoria Principal	8192Mb RAM	@1333 MHz
Disco Duro Principal	Western Digital	WD10JPVT 1TB @5400 RPM
Disco Duro Secundario	Samsung SSD	PM830 mSATA 32GB
.Net	.Net Framework	4.5
Monitor	Intel(R) HD Graphics 4000	1920x1080 (32 bit) @60Hz

Virtualización de Máquina Servidor en VirtualBox

Debido a que el software PLM de Aras Innovator solo puede ser instalado en Windows Server OS, y la máquina servidor no usa ese sistema operativo, se utilizó un software monitor de máquinas virtuales ó VMM por sus siglas en inglés, el cual crea máquinas virtuales, con el objetivo de simular entornos operativos, en este caso Windows Server OS. El software VMM empleado es el siguiente:

Cuadro 37. Software VMM

Componente	Plataforma	Versión
Fabricante del Software	Oracle Corporation	
Modelo del Software	VirtualBox	5.0.10 r104061

Dentro de VirtualBox se creó la siguiente máquina virtual con la siguiente plataforma y configuración:

Cuadro 38. Plataforma

Componente	Plataforma	Versión
Sistema Operativo	MS Windows Server	2012 Standard 64 bits
Servidor Web	MS Internet Information Server	8
.Net	.Net Framework	v4.0
Base de Datos Relacional	MS SQL Server	2012
Servidor de Reporte	MS SQL Server	2012

Cuadro 39. Configuración

Requerimientos del Sistema	
Velocidad del Procesador	(8 CPUs) @2.2GHz
Espacio Libre en el Disco	11.3 GB
Memoria Principal	4.0 GB
Monitor	Resolución de 1920 x 1080 con 32-bit de color

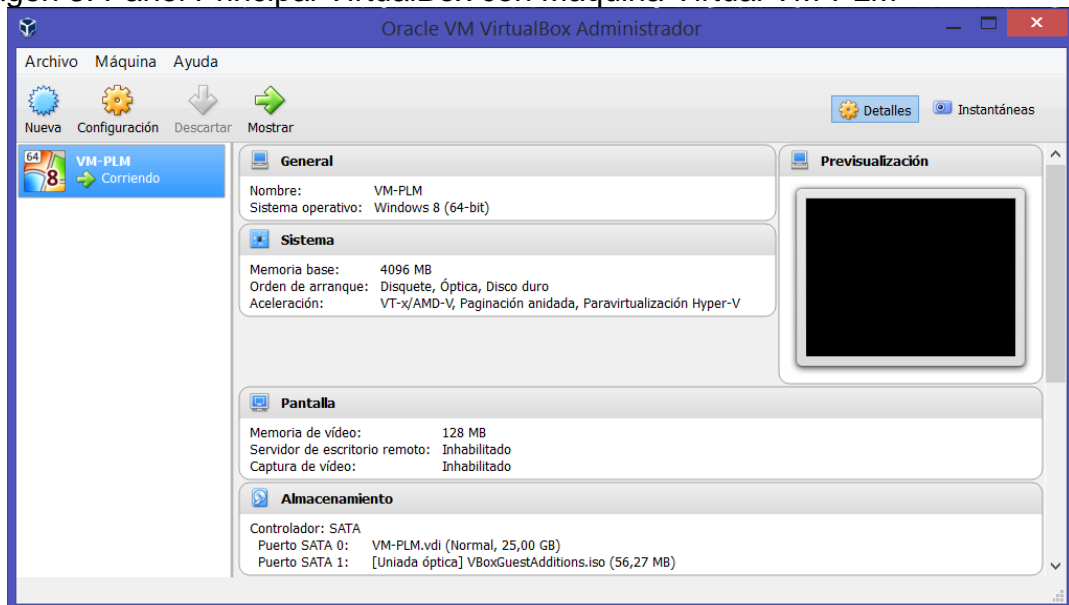
Cuadro 40. Configuración de la Red

Requerimientos del Sistema	
Red	Microsoft TCP/IP Adaptador de Red Ethernet
Sistema de Archivos	NTFS

Cuadro 41. Datos de Máquina Virtual del Servidor

Componente	Plataforma	Versión
Nombre de la Máquina	VM-PLM	
Aceleración	VT-x/AMD-V Paginación Anidada Paravirtualización Hyper-V	
Disco Duro Principal	Samsung SSD	PM830 mSATA 32GB
Disco Duro (Virtual)	VM-PLM.vdi	Normal, 25 GB

Imagen 3. Panel Principal VirtualBox con Máquina Virtual VM-PLM

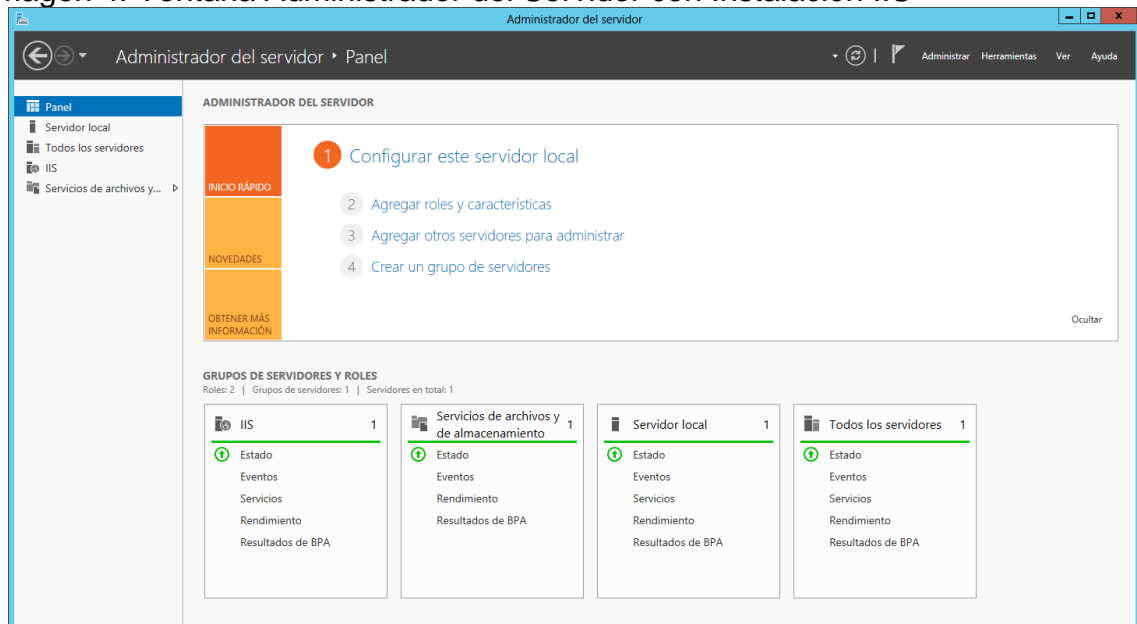


c. Servidor Web IIS

Una vez configurada la máquina virtual dentro de VirtualBox, se procedió a la instalación del Servicio de Información de Internet 8 o IIS8 por sus siglas en inglés. El IIS posee un conjunto de servicios que permiten procesar varios tipos de páginas web, habilitando el acceso remoto de otras máquinas o aplicaciones a los servicios disponibles en el servidor IIS. Aras Innovator puede ofrecer su entorno PLM gracias a la instalación de sus módulos y servicios dentro del servidor IIS, por lo cual es indispensable que los servicios del servidor se encuentren habilitados dentro de Windows Server OS antes de instalar Aras Innovator. IIS 8 es una característica incorporada dentro de Windows Server 2012 Standard, la cual puede activarse desde la ventana **Administrador del Servidor**, y en la sección **Panel** se encuentra la opción **Agregar roles y características**. Dentro de ese proceso de instalación se encuentra la característica **Servidor Web (IIS)**, la cual instala el servidor web. El servidor web IIS debe tener los siguientes servicios instalados para una correcta instalación de Aras Innovator:

- Autenticación de Windows
- ASP
- ASP.NET
- Extensibilidad .NET

Imagen 4. Ventana Administrador del Servidor con Instalación IIS



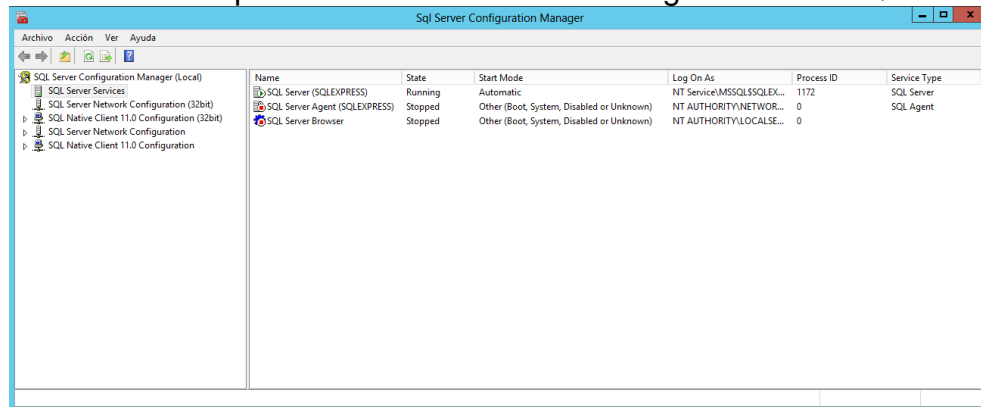
d. SQL Server Express

SQL Server es un software desarrollado por Microsoft para el manejo de bases de datos relacionales (BDR), un modelo ampliamente utilizado en bases de datos. Aras Innovator puede almacenar toda su información y datos dentro de las bases de datos creadas en este software, manteniendo la integridad de datos del ambiente PLM, mientras usuarios y máquinas dentro del ambiente PLM se encuentran constantemente procesando la información almacenada. SQL Server es un software que se adquiere por separado a Windows Server y la versión empleada dentro del caso estudio es una versión gratuita llamada **SQL Server Express 2012**. SQL Server Express 2012 consta de dos partes para su instalación exitosa:

- Administrador de Configuración de SQL Server (Configuration Manager)
- Estudio de Gestión de SQL Server (Management Studio)

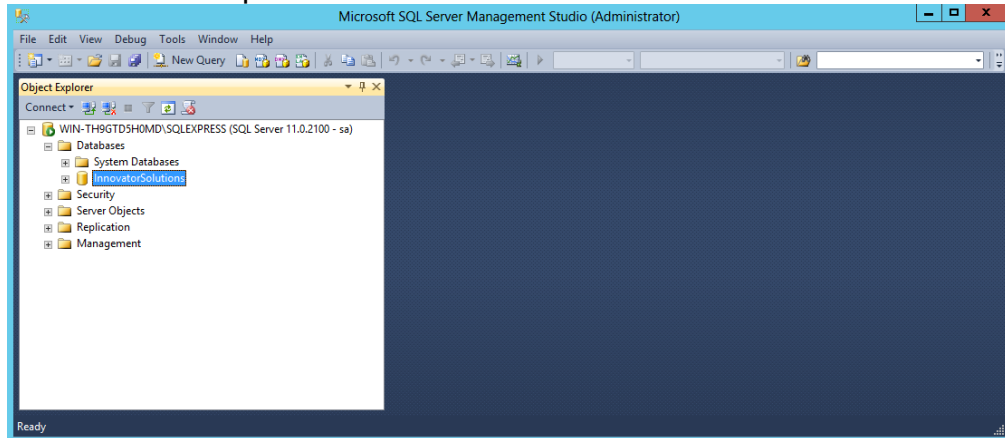
El Administrador de Configuración de SQL Server es una herramienta para administrar los servicios asociados a SQL Server, para configurar los protocolos de red utilizados por SQL Server y para administrar la configuración de conectividad de red de los equipos cliente de SQL Server [30].

Imagen 5. Panel Principal del Administrador de Configuración de SQL Server



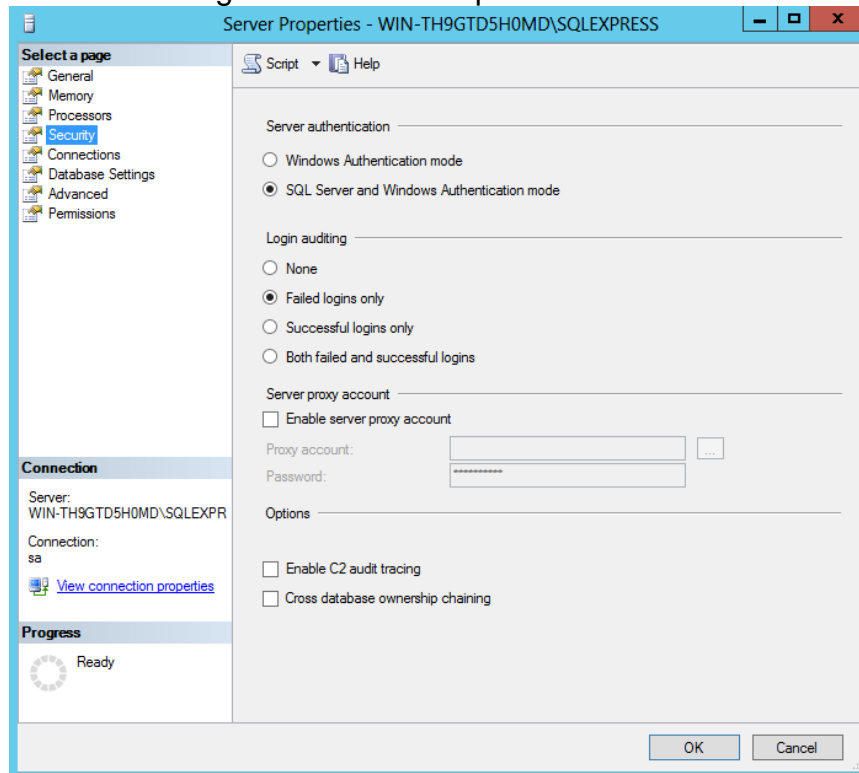
El Estudio de Gestión de SQL Server es una herramienta que permite configurar, gestionar y administrar todos los componentes dentro de SQL Server. La herramienta incluye tanto editores de scripts como herramientas gráficas las cuales funcionan con todos los objetos y características del servidor. Una característica central de esta herramienta es el explorador de objetos, el cual permite al usuario navegar, seleccionar y actual sobre cualquiera de los objetos dentro del servidor [31].

Imagen 6. Panel Principal del Estudio de Gestión de SQL Server



Para la instalación correcta de Aras Innovator en el servidor principal, SQL Server debe estar instalado previamente con la característica de seguridad **Modo de Autenticación Mixto** habilitada. Esto se puede configurar desde la instalación de SQL Server o en el Estudio de Gestión de SQL Server entrando al **Menú Propiedades**, dando clic derecho a la base de datos principal del servidor, y una vez dentro de propiedades se accede al submenú **Seguridad**. Dentro de este submenú se encuentra la sección de **Autenticación del Servidor**, y se da clic en la opción **Modo de autenticación de Windows y SQL Server**.

Imagen 7. Ventana de Seguridad en las Propiedades del Servidor



e. Aras Innovator

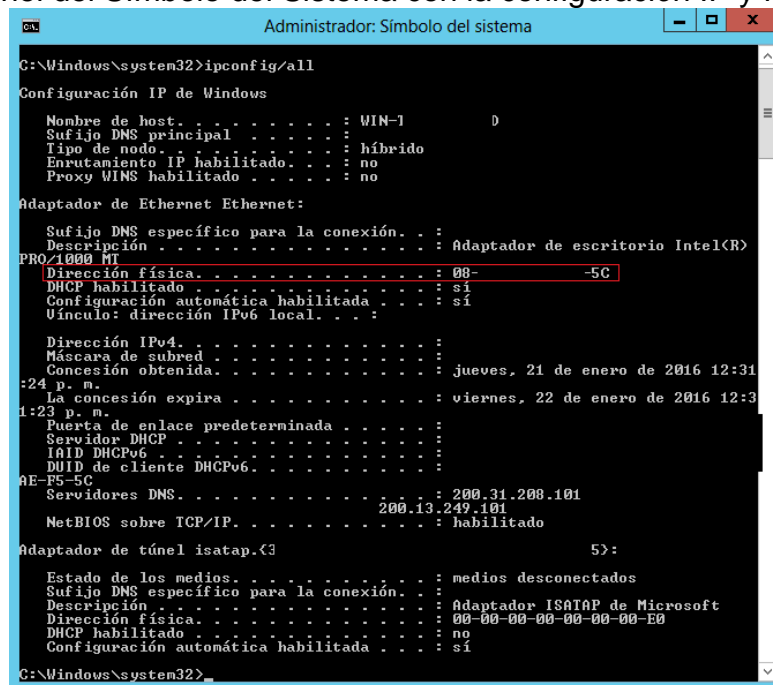
Una vez instalado IIS8 y SQL Server es posible instalar el software de Aras Innovator. Al ser un software libre este puede ser descargado directamente de la página principal de Aras. Antes de ejecutar el instalador se deben realizar las siguientes acciones:

- Obtener el MAC Address de Windows Server OS
- Obtener una clave de licencia de Aras Innovator

Obtener MAC Address

El MAC Address (Media Access Control), también llamado ***dirección física***, es una dirección del hardware de control de acceso a soportes de un distribuidor que identifica los equipos, los servidores, los routers u otros dispositivos de red. Con el MAC Address del dispositivo de red Aras Innovator puede asociar cada dispositivo de forma única a cada entorno PLM del software, y va asociado a la clave de licencia necesaria para la instalación de Aras dentro del dispositivo o máquina servidor. Para obtener el MAC Address de la máquina es necesario ingresar al ***Símbolo del Sistema***, una vez adentro se debe introducir el siguiente comando: ***Ipconfig/all***, y automáticamente se muestra en pantalla la configuración IP de la máquina junto a su MAC Address.

Imagen 8. Panel del Símbolo del Sistema con la configuración IP y MAC Address



```
Administrador: Símbolo del sistema
C:\Windows\system32>ipconfig/all

Configuración IP de Windows

Nombre de host. . . . . : WIN-1
Sufijo DNS principal . . . . . :
Tipo de nodo. . . . . : híbrido
Enrutamiento IP habilitado. . . . . : no
Proxy WINS habilitado . . . . . : no

Adaptador de Ethernet Ethernet:

Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Descripción . . . . . : Adaptador de escritorio Intel(R)
PRO/1000 MT
Dirección física. . . . . : 08-00-0E-5C-00-00
DHCP habilitado . . . . . : sí
Configuración automática habilitada . . . : sí
Vínculo: dirección IPv6 local. . . . . :

Dirección IPv4. . . . . :
Máscara de subred . . . . . :
Concesión obtenida. . . . . : jueves, 21 de enero de 2016 12:31
:24 p. m.
La concesión expira . . . . . : viernes, 22 de enero de 2016 12:3
1:23 p. m.
Puerta de enlace predeterminada . . . . . :
Servidor DHCP . . . . . :
IÁID DHCPv6 . . . . . :
DUID de cliente DHCPv6. . . . . :
AE-F5-5C
Servidores DNS. . . . . : 200.31.208.101
NetBIOS sobre TCP/IP. . . . . : 200.13.249.101 : habilitado

Adaptador de túnel isatap.<3 5>:

Estado de los medios. . . . . : medios desconectados
Sufijo DNS específico para la conexión. . :
Descripción . . . . . : Adaptador ISATAP de Microsoft
Dirección física. . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP habilitado . . . . . : no
Configuración automática habilitada . . . : sí

C:\Windows\system32>
```

Clave de Licencia de Aras Innovator

Una vez obtenido el Mac Address es posible obtener la clave de licencia de Aras. Se deben registrar nuestros datos en una cuenta en la página de Aras Innovator, incluyendo el MAC Address. Una vez creada la cuenta Aras Innovator enviará la clave de licencia al correo electrónico asociado a la cuenta creada.

Imagen 9. Registro de cuenta en la Página de Aras Innovator

Downloads & Support | Aras Innovator License Key Request

You need a license key to run Aras Innovator

To receive your License Key for Aras Innovator complete the form below.
Required Fields — denoted in **bold**

NOTE: The license code will be EMAILED to you.
Set your SPAM filter to allow emails from License@aras.com

Server MAC Address: (00-00-00-00-00-00)
*Required

Aras Innovator Version:

First Name:

Last Name:

Company Email: [Look Me Up](#)

Email Confirm:

Phone:

Company:

Country:

Fuente: Aras Corporation [32].

Instalación de Software Aras Innovator

Una vez obtenida la clave de licencia se procede con la instalación del servidor de Aras Innovator. Primero debe ubicarse los archivos descargados de la página de Aras, dentro de estos archivos se encuentra el archivo ejecutable con el nombre **InnovatorSetup**. Una vez ejecutado el archivo el programa lo guiará a través del proceso de instalación. Tenga en cuenta que para continuar el proceso de instalación se deberá tener en cuenta los siguientes prerequisites:

- Tener acceso de administrador al servidor IIS
- SQL Server se encuentre instalado y tenga acceso de administrador con privilegios (Previamente configurado en la instalación de SQL Server)
- Tener una clave de licencia generada directamente por Aras

Durante el proceso de instalación, se ha configurado Aras con los siguientes parámetros en color rojo:

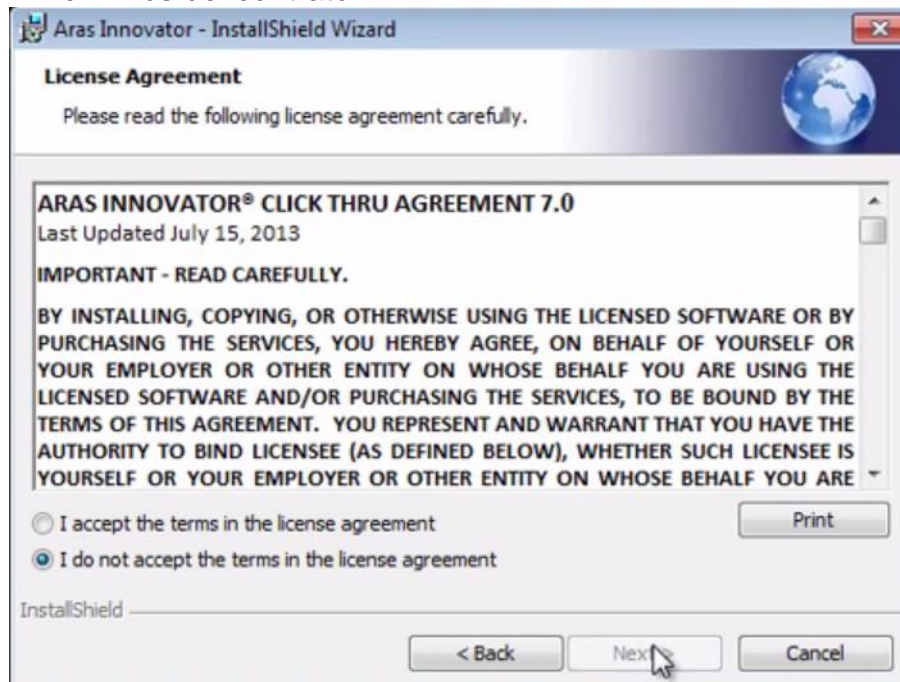
a) Pantalla Inicial del Proceso de Instalación: Next

Imagen 10. Pantalla inicial del proceso de instalación



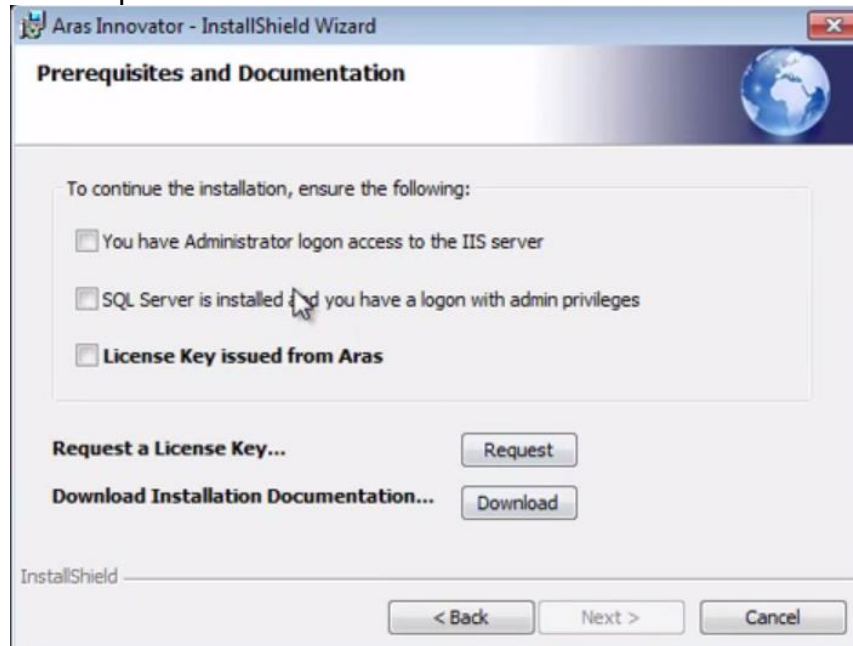
b) Términos de Contrato: I accept

Imagen 11. Términos del contrato



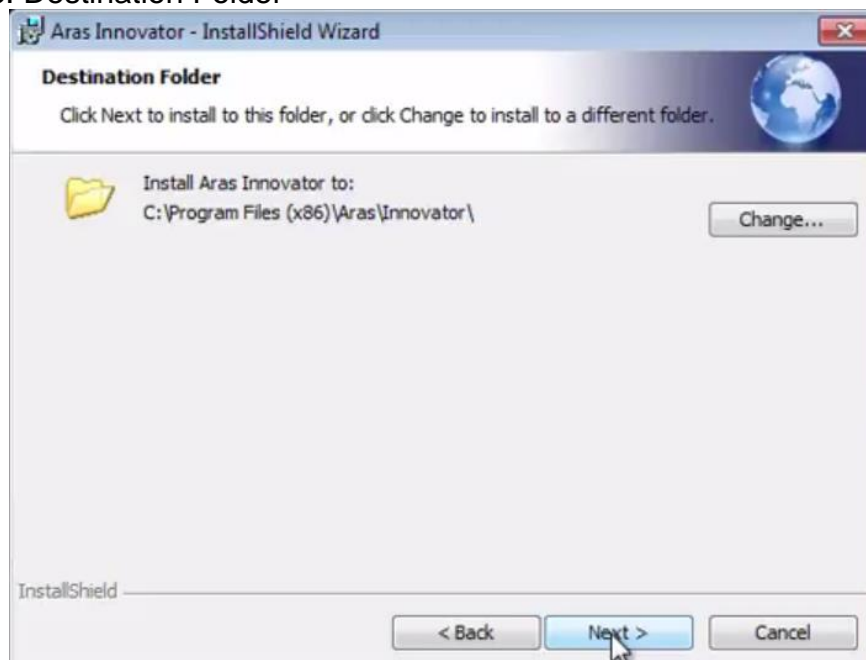
c) **Pre-requisitos:** Cerciorarse de cumplir la documentación necesaria, dar clic en Next

Imagen 12. Pre-requisitos



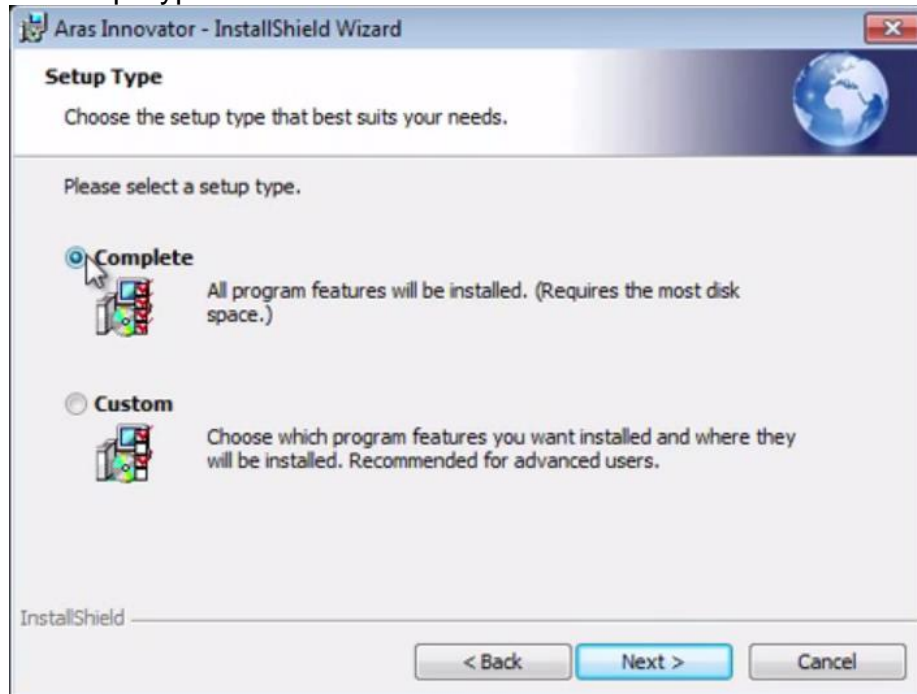
d) **Destination Folder:** C:\Program Files (x86)\Aras\Innovator\

Imagen 13. Destination Folder



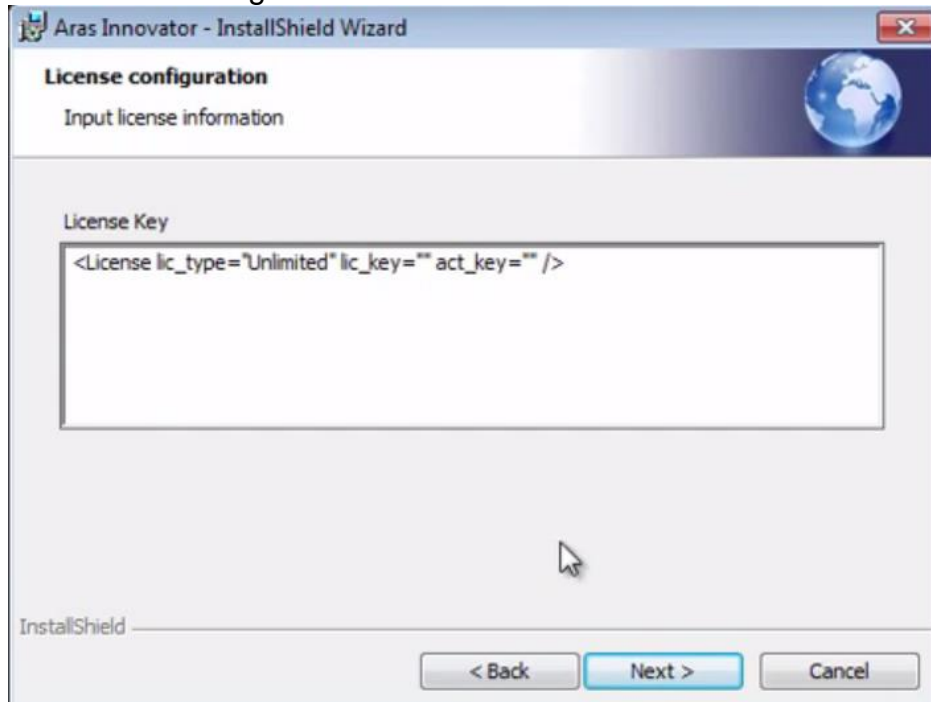
e) Setup Type: Complete

Imagen 14. Setup Type



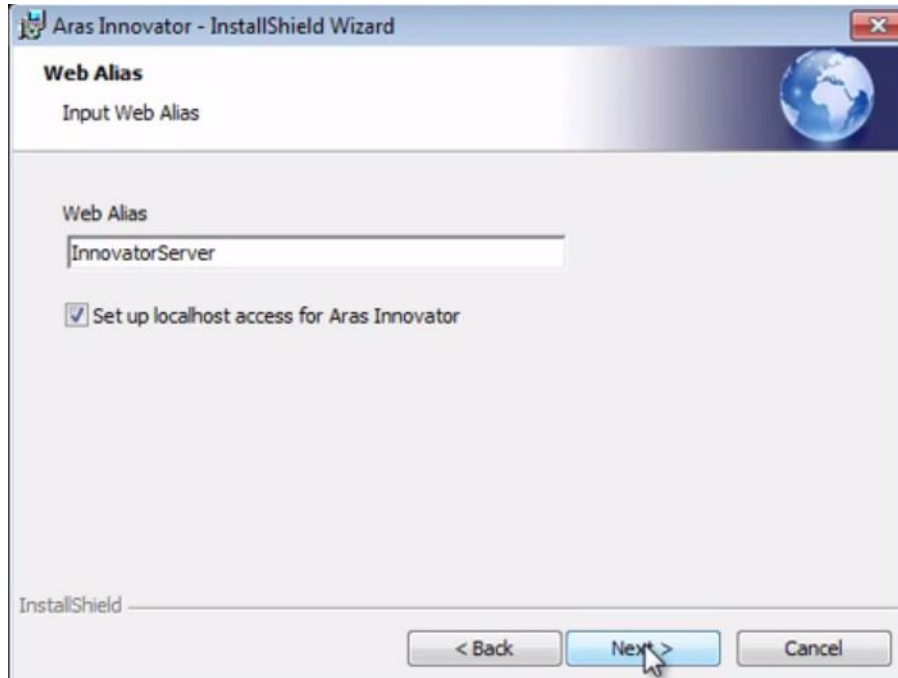
f) License Configuration: (Clara dada por Aras vía correo electrónico)

Imagen 15. License Configuration



- g) **Web Alias:** InnovatorServer (Casilla de acceso Localhost para Aras Innovator debe estar seleccionada)

Imagen 16. Web alias



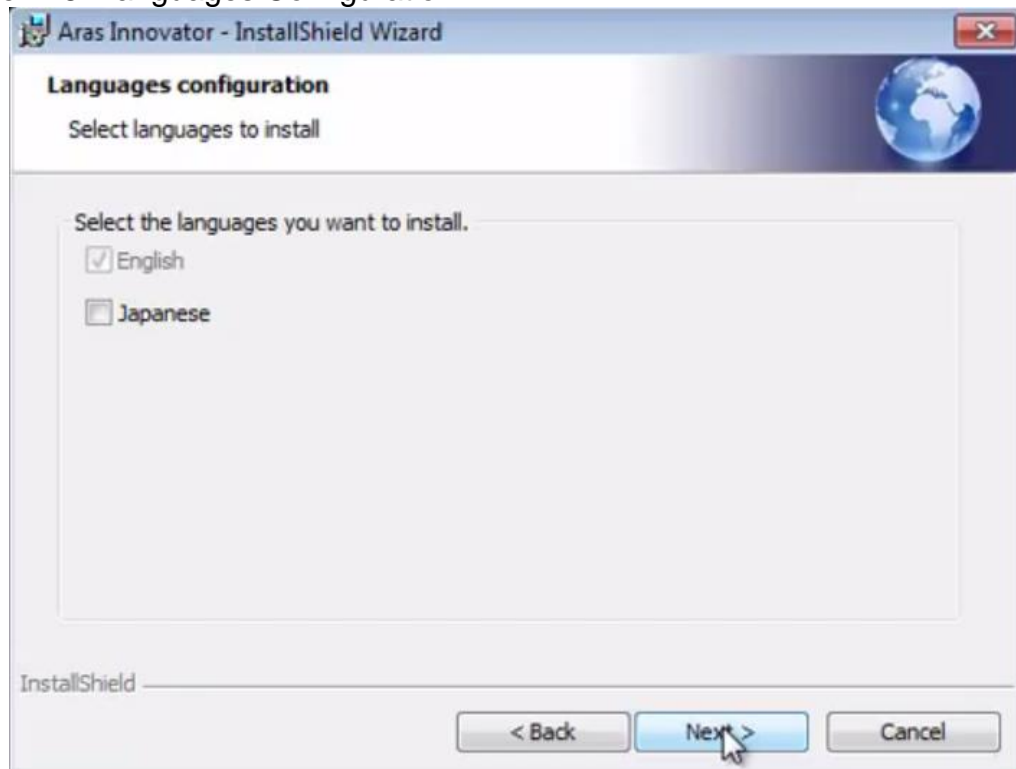
- h) **SMTP Server:** queue

Imagen 17. SMTP Server



i) Languages Configuration: English

Imagen 18. Languages Configuration



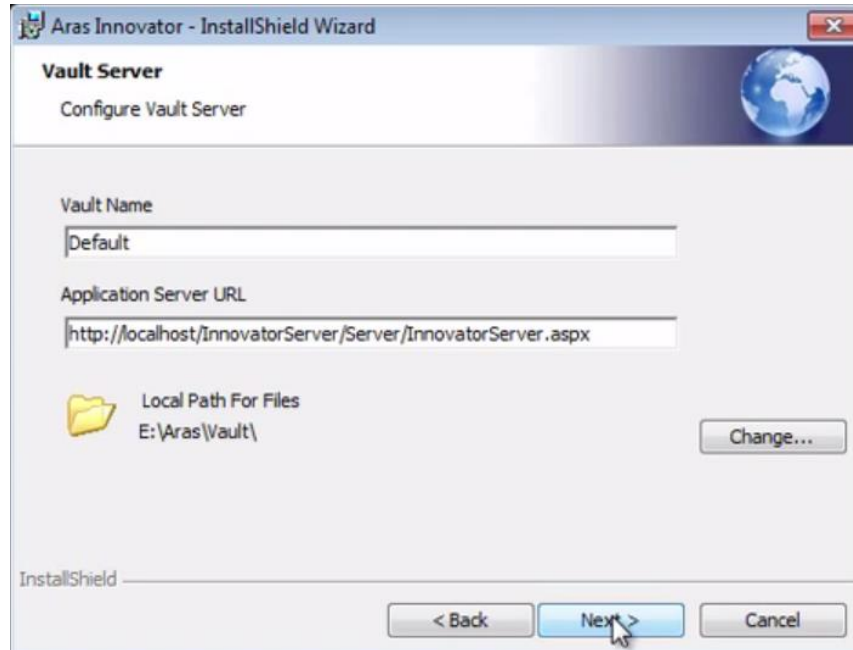
j) Vault Server: Default

Application Server URL: http://localhost/InnovatorServer/Client/X-salt=std_11.0.0.6073-X/default.aspx

(Tenga en cuenta que si el Web Alias es modificado, el Application Server URL también deberá ser modificado respectivamente)

Local Path for Files: C:\Program Files (x86)\Aras\Innovator\VaultServer

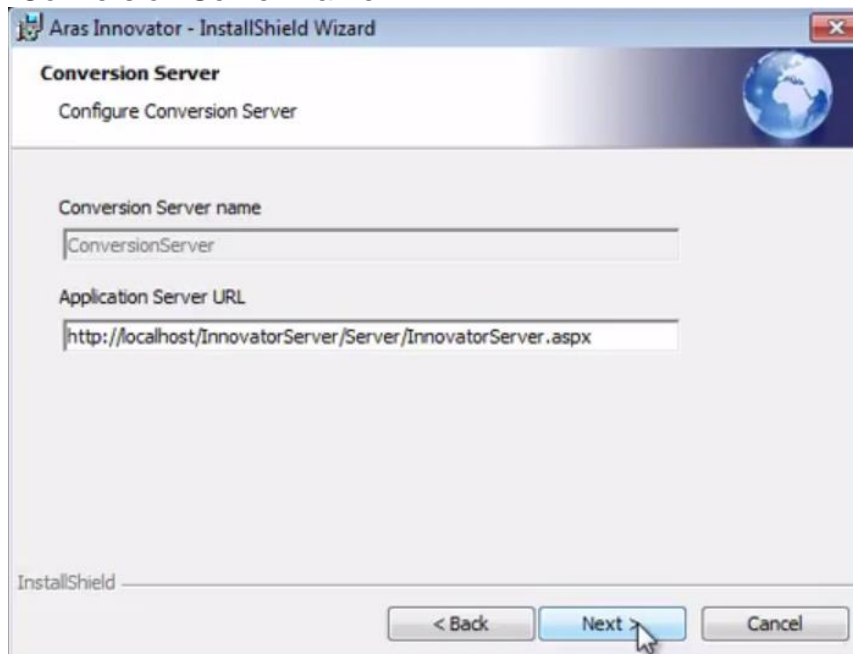
Imagen 19. Vault Server: Default



k) Conversion Server Name: ConversionServer

Application Server URL: (Por Defecto)

Imagen 20. Conversion Server Name



I) Configure Database

Database Server: (local)\SQLEXPRESS

Configure Options: Create a new database

DBA Login Options:

Server authentication using the Login ID and password below

Login ID: **sa** Password: **L3tsp00sh1TONh1tI3R**

Database Login Options:

Login ID: **Innovator** Password: **L3tsp00SH1toNh1TL3R**

Database Options:

Database Template: **Innovator Solutions**

Database Name: **Innovator**

Solutions

Imagen 21. Configure Database

The screenshot shows the 'Configure Database' step of the Aras Innovator installation wizard. The window title is 'Aras Innovator - InstallShield Wizard'. The main heading is 'Configure Database' with the instruction 'Select install new or use existign database.' (note the typo 'existign').

The 'Database server' is set to '(local)' with a 'Browse...' button.

The 'Configuration Options' section has four radio buttons: 'Create a new database' (selected), 'Populate an existing database', 'Use an existing database', and 'Configure only (no validations)'.

The 'DBA Login Options' section has two radio buttons: 'Windows authentication credentials of current user' and 'Server authentication using the Login ID and password below' (selected). Below these are fields for 'Login ID: sa' and 'Password: [masked]', with a 'Connect...' button.

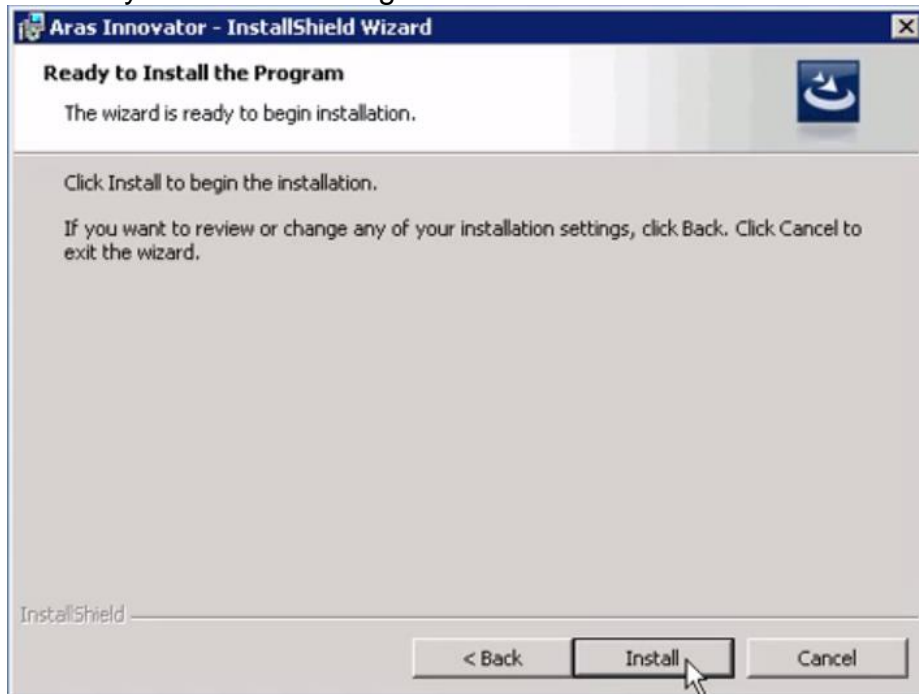
The 'Database Login Options' section has fields for 'Login ID: innovator' and 'Password: [masked]', with a 'Connect...' button.

The 'Database Options' section has a 'Database template:' dropdown set to 'Innovator Solutions' and a 'Database name:' dropdown set to 'InnovatorSolutions', with a 'Browse...' button.

At the bottom, there is a 'Configure database' button, and navigation buttons for '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The 'InstallShield' logo is visible in the bottom left corner.

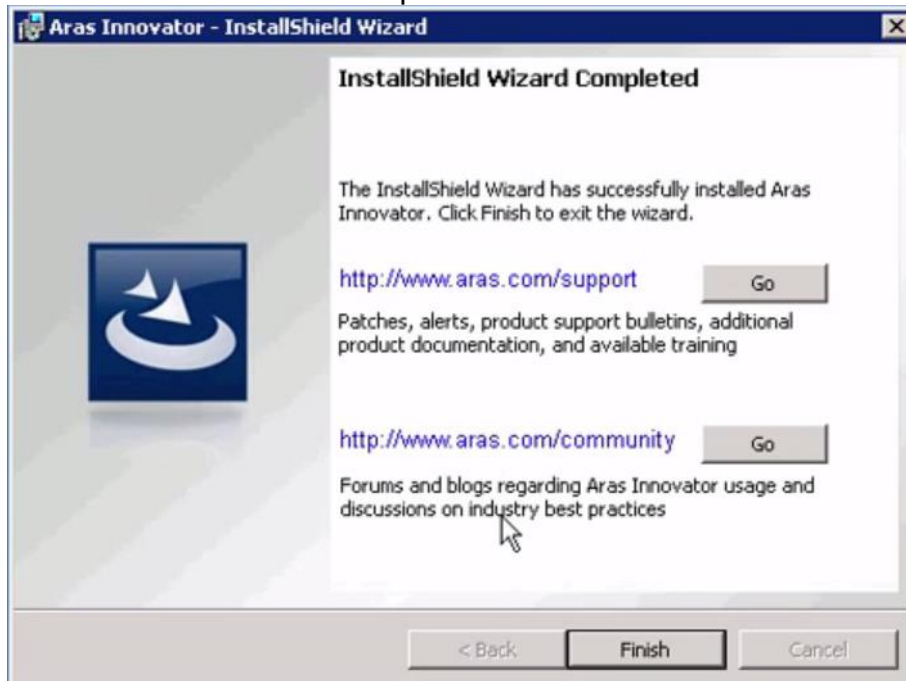
m) Ready to Install the Program: Install

Imagen 22. Ready to install the Program: Install



n) InstallShield Wizard Completed: Finish

Imagen 23. InstallShield Wizard Completed: Finish



6.5 CLIENTE DE ARAS INNOVATOR

a. Requerimientos Mínimos del Cliente

Cada componente requiere de privilegios administrativos. Los requerimientos mínimos del sistema para la instalación son los siguientes:

Cuadro 42. Cliente

Componente	Plataforma	Versión
Sistema Operativo	MS Windows	Windows 8.1 (Firefox) Windows 8 Windows 7
	Mac	OS X 10.8 (Mountain Lion) OS X 10.7 (Lion)
Servidor Web	MS Internet Explorer	11, 10, 9
	Mozilla Firefox	31 ESR
.Net	.Net Framework	3.5 SP1 (IE únicamente)

Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [29]

Cuadro 43. Configuración

Requerimientos del Sistema	
Velocidad del Procesador	2.0 GHz
Espacio Libre en el Disco	80.0 MB
Memoria Principal	2.0 GB
Monitor	Resolución de 1024 x 768 con 16-bit de color

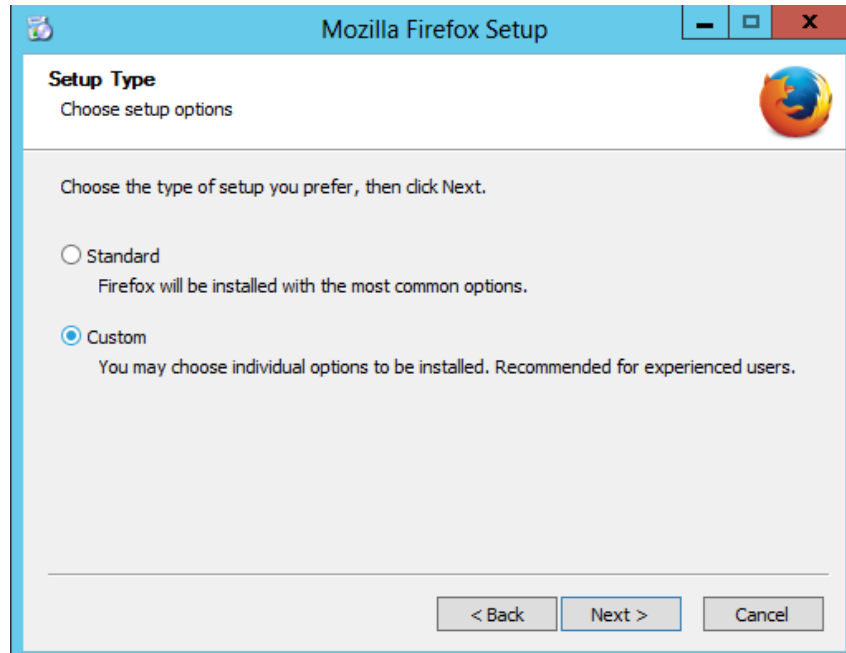
Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [29]

b. Configuración del Cliente

Se puede acceder a Aras Innovator a través de un servidor web. Los servidores web compatibles con Aras son **Internet Explorer** y **Mozilla Firefox**. Cada servidor web debe ser configurado con distintos procedimientos para obtener total compatibilidad con Aras Innovator. Durante el desarrollo de este estudio de caso se emplearon ambos servidores web, pero finalmente se decidió usar únicamente **Mozilla Firefox 31 ESR**, pues presentó una mayor facilidad de instalación, configuración y mejor rendimiento al ejecutar funcionalidades de Aras Innovator. Mozilla Firefox posee una funcionalidad llamada **Install Maintenance Service**, que le permite actualizarse en segundo plano cuando es instalado en su versión estándar. Esta funcionalidad puede traer inconvenientes al ambiente PLM ya que podría actualizar el servidor web a una versión no compatible con Aras Innovator. Por esta razón al instalar Mozilla Firefox se recomienda instalar la opción personalizada de la siguiente manera:

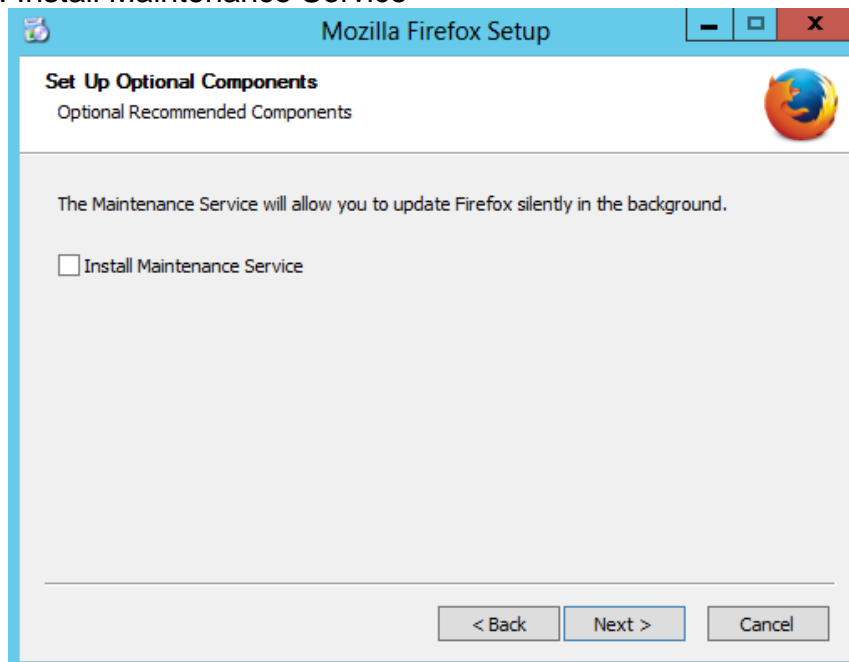
Durante la instalación de Mozilla Firefox cerciorarse de seleccionar la opción personalizada o **Custom**.

Imagen 24. Custom



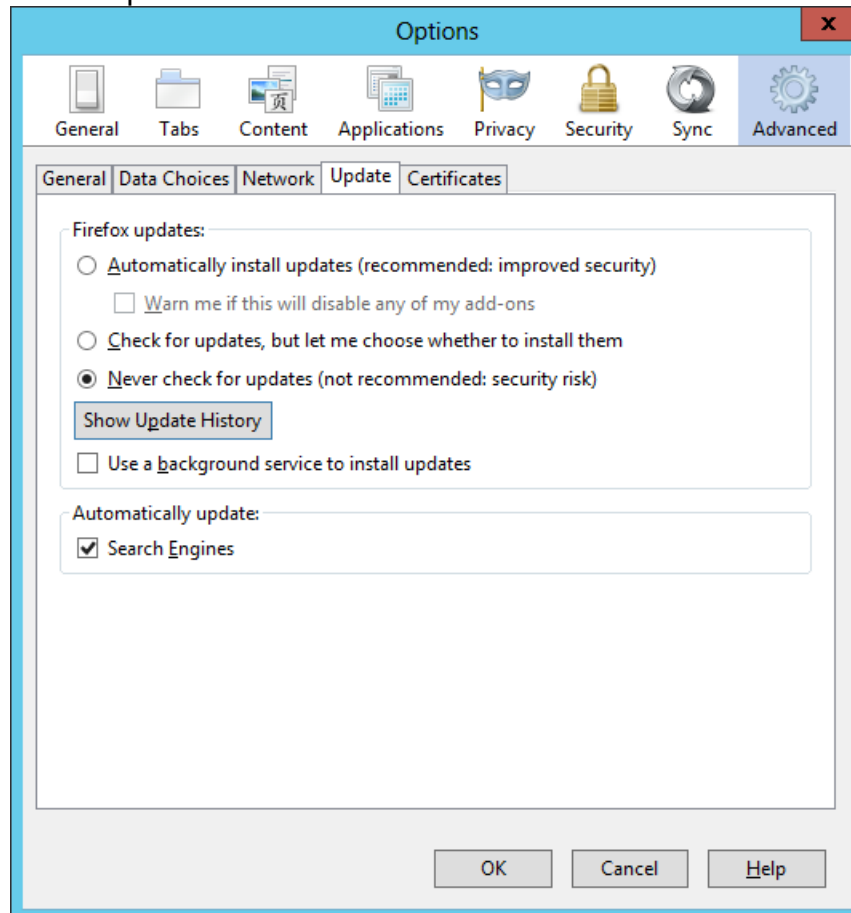
Al llegar a las opciones de instalación de componentes, cerciorarse de des-seleccionar el componente **Install Maintenance Service**.

Imagen 25. Install Maintenance Service



Seguir con los siguientes pasos de instalación por defecto. Una vez instalado Mozilla Firefox, se debe entrar a las **opciones del servidor web**, y en la sección **avanzada** se encuentra la casilla de actualizaciones de Firefox, dentro de esa casilla se debe seleccionar la opción **No Comprobar Actualizaciones**, tal como se muestra la siguiente imagen.

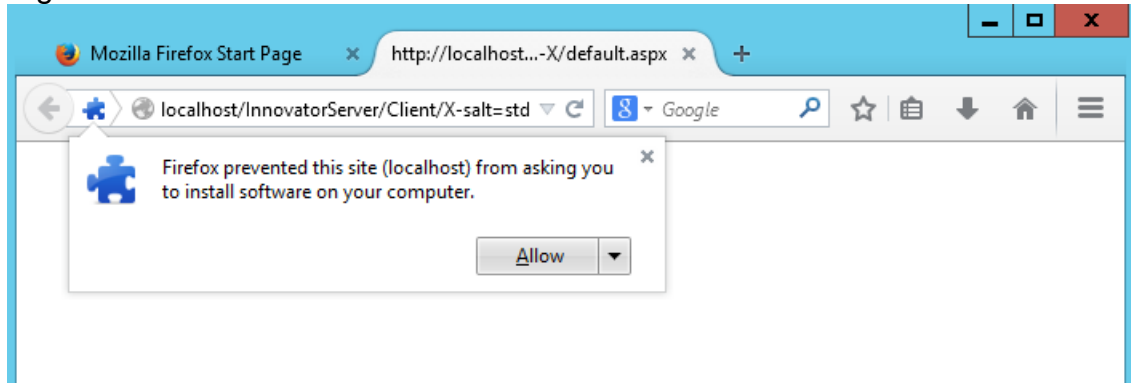
Imagen 26. No comprobar actualizaciones



De esta forma se garantiza que Mozilla Firefox no se actualice, manteniendo una versión compatible con Aras Innovator. Para acceder a Aras Innovator a través de **Mozilla Firefox** es necesario instalar la versión **31 ESR** en la máquina cliente, ejecutar el servidor web, y realizar las siguientes acciones:

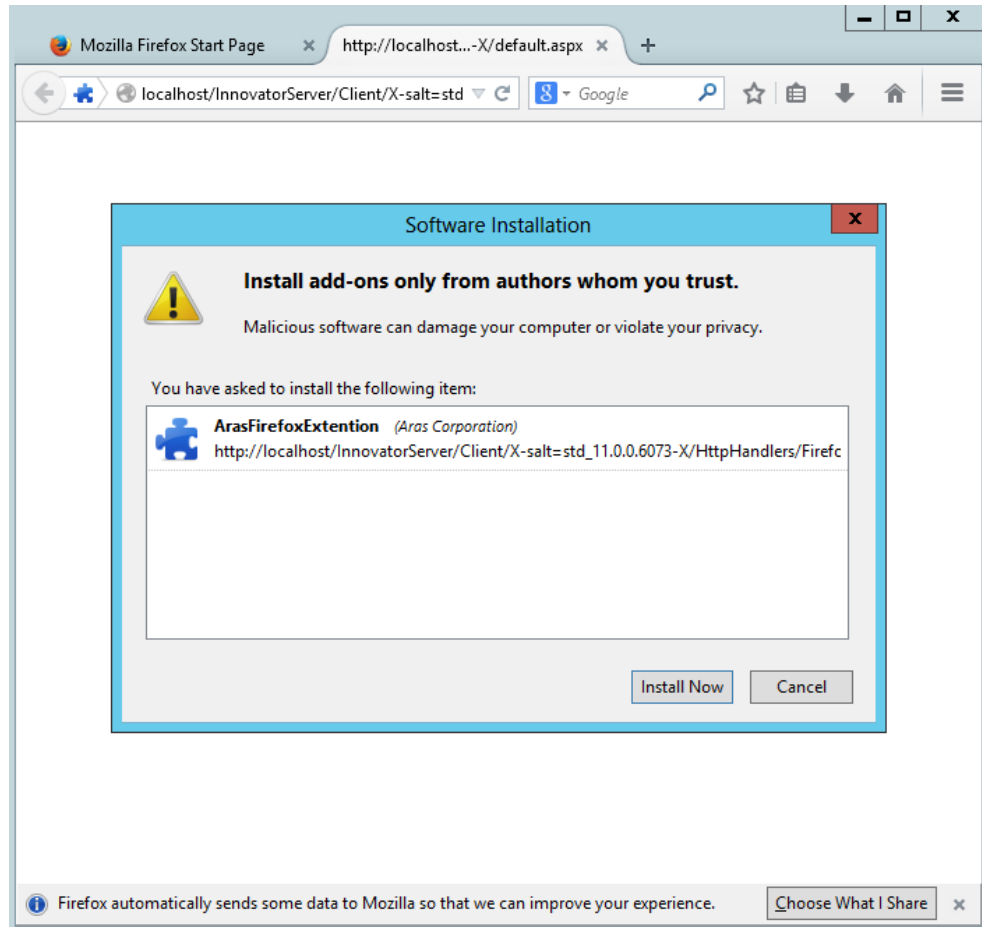
Dirigirse a la ruta web específica del ambiente PLM, en este caso: **http://192.168.34.147/InnovatorServer/Client/X-salt=std_11.0.0.6073-X/default.aspx**

Imagen 27. Extensión ArasFirefoxExtension



Instalar la extensión **ArasFirefoxExtension**, la cual configura automáticamente el servidor web para otorgar full compatibilidad con Aras Innovator.

Imagen 28. Instalación de la extensión ArasFirefoxExtension



Después de instalar la extensión, Aras Innovator podrá ser ejecutado por la máquina cliente con total compatibilidad.

Imagen 29. Acceso a Aras Innovator

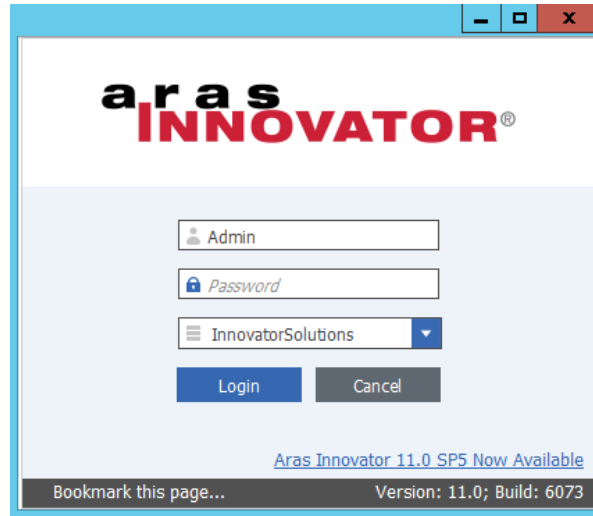
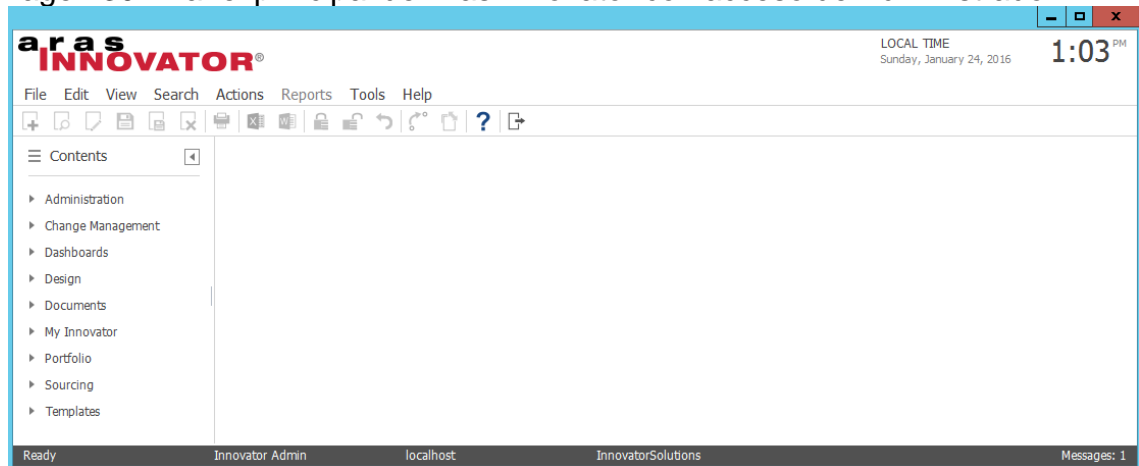


Imagen 30. Panel principal de Aras Innovator con acceso de Administrador.



c. Configuración de Zona Horaria

Zonas de tiempo

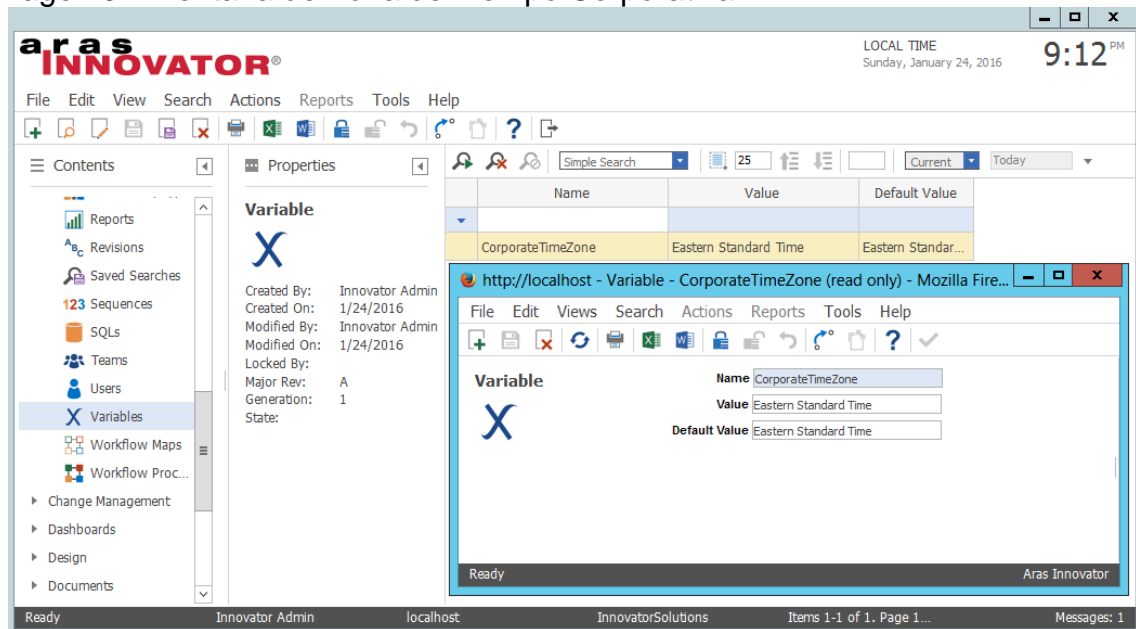
Aras Innovator posee dos configuraciones básicas para zonas de tiempo, la zona de tiempo local y la zona de tiempo corporativa.

La **Zona de Tiempo Local** es configurada automáticamente durante la instalación de Aras Innovator, y el programa toma automáticamente la zona horaria de la máquina servidor. Esta configuración de tiempo es empleada cuando todos los servidores y clientes que acceden al ambiente PLM se encuentran dentro de la misma zona horaria, y se emplea durante el desarrollo de ambientes PLM, pero no se emplea durante la ejecución de esos ambientes PLM. Para la ejecución de proyectos es necesario configurar la zona de tiempo corporativa.

La **Zona de Tiempo Corporativa** se emplea por una sección de Aras Innovator llamada **Solución de Gestión de Programas**, la cual es la encargada de la ejecución de proyectos. Esta configuración horaria es útil si los usuarios que acceden a Aras Innovator poseen varias zonas horarias, y sirve de referencia para Aras Innovator y los usuarios.

Para el desarrollo del estudio de caso fue necesaria la configuración de la **Zona de Tiempo Corporativa**. Se estableció dicha zona bajo el valor **Eastern Standard Time** en el ambiente PLM.

Imagen 31. Ventana de Zona de Tiempo Corporativa



d. Máquinas Empleadas por Clientes del Caso Estudio

Para el caso estudio se han empleado **4 máquinas**, cada una manejada por una identidad específica. Recordemos que una Identidad es una representación de un usuario dentro del ambiente PLM. Más adelante hablaremos de estas identidades. A continuación se muestran las identidades asociadas a cada máquina.

Cuadro 44. Cuadro de Máquinas Cliente Asociadas a Cada Identidad

Máquina Cliente	Identidad con Acceso a Máquina
VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM]	Admin
MAC02 (Windows 8.1) [Apple iMac]	Docente MAC02
MAC09 (Windows 8.1) [Apple iMac]	Estudiante MAC09
MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac]	Estudiante MAC013

La plataforma y configuración de cada una de las máquinas cliente empleadas en este caso estudio son las siguientes:

- **VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM]**

Cuadro 45. Cliente VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM]

Componente	Plataforma	Versión
Sistema Operativo	MS Windows Server	2012
Servidor Web	Mozilla Firefox	31 ESR
.Net	.Net Framework	v3.5

Cuadro 46. Configuración VM-PLM (Windows Server 2012) [VMM]

Requerimientos del Sistema	
Velocidad del Procesador	2.2 GHz
Espacio Libre en el Disco	11,2 GB
Memoria Principal	4.0 GB RAM
Monitor	Resolución de 1920x1080 con 32-bit de color

- **MAC02, MAC09, MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac]**

Cuadro 47. Cliente MAC02, MAC09, MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac]

Componente	Plataforma	Versión
Sistema Operativo	MS Windows	8.1 64-bit
Servidor Web	Mozilla Firefox	31 ESR
.Net	.Net Framework	v3.5

Cuadro 48. Configuración MAC02, MAC09, MAC013 (Windows 8.1) [Apple iMac]

Requerimientos del Sistema	
Velocidad del Procesador	2.0 GHz
Espacio Libre en el Disco	50 GB
Memoria Principal	2.0 GB RAM
Monitor	Resolución de 1920x1080 con 32-bit de color

6.6 CONFIGURACIÓN DEL AMBIENTE PLM PARA ESTUDIO DE CASO: POP

El objetivo principal del estudio de caso fue valorar la factibilidad del ambiente PLM (Modelo de Visualización PLM EDIUIS ejecutado dentro del software Aras Innovator), aplicando este ambiente en el manejo de la información generada durante algunas fases del ciclo de vida de POP, un proyecto de diseño desarrollado en la EDIUIS. Dado que el Modelo de Visualización es una representación de actividades asignadas a roles en un determinado orden, los cuales generan información a través de ítems, y esta información es gestionada bajo la misma gestión de configuración y cambios definida en Aras Innovator, no fue necesario la ejecución de todo el MV PLM EDIUIS dentro del estudio. La gestión exitosa de varios flujos de trabajo del ambiente PLM a través de Aras

Innovator, con la información generada durante el desarrollo de POP, permite valorar el ambiente PLM. Para este estudio de caso se valoró la factibilidad del ambiente PLM a través de la ejecución de las áreas de proceso de Gestión de Configuración y Cambios (CM), Gestión de Proyectos (GP), Diseño de Producto (DP) y Simulación de Producto (SP).

El desarrollo del estudio de caso se dio a través de la configuración de Aras Innovator para las necesidades de gestión de información del proyecto POP, la creación de una plantilla de proyecto para las necesidades específicas del estudio de caso, y el desarrollo del proyecto dentro de Aras Innovator a través de las áreas de proceso definidas para el caso estudio.

6.7 PLANTILLAS DE PROYECTO EN ARAS INNOVATOR

Las **Plantillas de Proyecto** permiten **estandarizar condiciones pre-configuradas** para el desarrollo de un proyecto en Aras Innovator. Estas plantillas pueden ser usadas para crear otros proyectos, **adaptando las condiciones pre-configuradas con valores individuales circunstanciales**. Aras Innovator en su guía ARAS PLM Essentials [33] sugiere unos pasos a tener en cuenta antes de la definición de una plantilla, o de un nuevo proyecto:

- a. Definir roles de gestión del proyecto
- b. Comunicarse con las partes interesadas (Equipo de trabajo, Usuarios)
- c. Recolectar datos y crear un diagrama de red de trabajo
- d. Dividir proyectos largos en fases
- e. Definir actividades para cada fase
- f. Definir entregables para cada fase o actividad
- g. Asignar recursos a cada actividad
- h. Definir tareas para cada actividad
- i. Identificar los logros del proyecto
- j. Definir dependencia de las actividades
- k. Definir la duración de cada actividad

El Modelo de Visualización PLM EDIUIS se diseñó para emplearse en el desarrollo de cualquier proyecto en los talleres de Diseño VI, Diseño VII, Diseño VIII y Proyecto de Grado, por ende la información que podría definirse por los pasos anteriores para proyectos en Aras Innovator, es información necesaria para definir el MV PLM EDIUIS, relacionando de manera sencilla y coherente la información. Para facilitar la interpretación de este capítulo, y la relación del MV PLM EDIUIS con Aras Innovator, se creó la **Plantilla MV PLM EDIUIS**, la cual adapta todos los elementos del modelo de visualización dentro de Aras y su ambiente PLM.

Imagen 32. Plantilla MV PLM EDIUIS

Project Template

Name: MV PLM EDIUIS

Description: Plantilla con la adaptación del Modelo de Visualización PLM de la Escuela de Diseño de la Universidad Industrial de Santander.

Status: Pending

N	Project Tree	Predecessor	Plan Duration	Plan Hours	Attach Required	Attach Type	Lead Role	Required	Attach
	MV PLM EDIUIS				<input type="checkbox"/>				
	(GR) Gestión Requerimientos				<input type="checkbox"/>				
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación Producto				<input type="checkbox"/>				
	(GM) Gestión Marketing				<input type="checkbox"/>				
	(GS) Gestión Sostenibilidad				<input type="checkbox"/>				
	(GR-05) Cambio Requerimientos				<input checked="" type="checkbox"/>				

Una vez definida la Plantilla MV PLM EDIUIS con sus elementos pre-configuradas de gestión de información, se procedió con la creación de una segunda plantilla llamada **Estudio de Caso POP**. Esta segunda plantilla se basó en la plantilla MV PLM EDIUIS pues adaptó sus elementos pre-configurados a las condiciones específicas del estudio de caso.

Imagen 33. Plantilla Estudio de Caso POP

Project Template

Name: Estudio de Caso POP

Description: Definición de Actividades, Entregables, Roles y áreas de proceso necesarias para el desarrollo del estudio de caso. Únicamente se desarrollarán las áreas de Gestión de Proyectos, Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto.

Status: Approved

N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role	Requir...	Attach
	Estudio de Caso POP				<input type="checkbox"/>				
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación de C				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación Mode				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación Diseñ				<input type="checkbox"/>				

Para facilitar la interpretación del estudio de caso y su desarrollo dentro del ambiente PLM, a continuación se irán completando los pasos sugeridos por Aras Innovator para la creación de plantillas y proyectos con la información de la Plantilla Estudio de Caso POP.

a. Definir roles de gestión del proyecto

Todo proyecto es desarrollado dentro de un **marco de acción**, donde un conjunto de **identidades planean, crean y ejecutan un proyecto y su plan de desarrollo**. A pesar de que algunas variables dentro de los talleres proyectuales dentro de la EDIUIS no pueden ser definidas directamente por las identidades

involucradas dentro del desarrollo del proyecto (Variables como la cantidad de estudiantes asignados a un taller proyectual, el número de docentes responsables de un taller proyectual, tiempo empleado en el desarrollo del taller proyectual) estas identidades si se encargan de definir la **asignación de responsabilidades y actividades** de desarrollo del proyecto, a través de los **Roles**. Recordemos que un **Rol** es una representación de permisos definidos dentro de la gestión del ciclo de vida del producto, a los cuales le son asignados determinadas responsabilidades y actividades ya definidas en el plan de desarrollo del proyecto. Dentro del MV PLM EDIUIS esta asignación de Roles es realizada en el área de proceso de Gestión de Proyectos (GP).

Todo proyecto en Aras Innovator posee **Roles de Proyecto**, los cuales poseen determinados permisos y de esta manera se controlan las responsabilidades y el alcance que cada rol posee dentro de la gestión de proyectos. A continuación se describen los roles de proyecto dentro de Aras Innovator de acuerdo con su guía ARAS PLM Essentials [33]:

- **Administrador Aras (Innovator Admin):** Responsable de mantener todo el sistema de Aras Innovator. Posee la capacidad de crear proyectos, definir la seguridad del sistema Aras al igual que la creación de nuevas identidades y la asignación de responsabilidades a través de roles. El administrador es el responsable de asignar espacio en la base de datos para ítems de un proyecto al igual que configurar bóvedas de archivos para el almacenamiento de ítems.
- **Director de Programas (Program Manager):** Posee responsabilidades de director de proyectos, pero adicionalmente puede crear plantillas de proyectos y crear nuevos proyectos para que puedan ser supervisados por otros directores dentro de la organización.
- **Director de Proyectos (Project Manager):** Responsable y propietario de proyectos. Un director de proyectos puede introducir cambios a cualquier información dentro del proyecto o del árbol de proyecto en cualquier momento.
- **Asignado (Assignee):** Identidad a la cual le son asignadas responsabilidades o actividades del proyecto a realizar. Esta identidad trabaja dentro de la sección **In Basket**, dentro de **My Innovator** (Sección de Aras Innovator donde las identidades pueden gestionar sus tareas a realizar dentro de un proyecto).

A continuación se muestran los permisos que cada rol posee dentro de Aras Innovator:

Cuadro 49. Permisos de cada rol en el ambiente PLM

Nombre del Permiso	Identidad	Ver	Actualizar	Borrar	Cambio de Acceso
Proyecto	Administrador Aras	✓	✓	✓	✓
	Director de Programas	✓	✓	✓	✓
	Director de Proyectos	✓	✓	✓	✓
	Asignado	✓	✓		
	Mundo	✓			

Fuente: Aras Corporation, 2014. Traducido por el autor [33]

Adicional a los roles de proyecto Aras Innovator posee los denominados **Roles de Actividades**, los cuales son roles asociados a actividades, ítems o responsabilidades por completar dentro del desarrollo del proyecto. Estos roles generalmente poseen permisos similares a un Rol de Proyecto Asignado, dentro de las actividades, ítems o responsabilidades que se les han asignado. A continuación se presentan los Roles de Actividades pre-definidos en Aras Innovator:

- Design (Diseño)
- Process (Proceso)
- Quality (Calidad)
- Assemble (Ensamblado)
- Manager (Gerente)

Para la **Plantilla Estudio de Caso POP** no se emplearon todos los roles de actividades pre-definidos en Aras Innovator. A continuación se muestran los roles empleados en la plantilla y su relación con los roles de actividad dentro de aras Innovator.

Cuadro 50. Roles de Plantilla Estudio de Caso POP

Roles de Plantilla Estudio de Caso POP	Roles de Actividad Pre-definidos en Aras Innovator
Design	Estudiante
Manager	Docente
Quality	Estudiante

b. Comunicarse con las partes interesadas (Equipo de trabajo, Usuarios)

Los procesos relacionados con la comunicación de las partes interesadas se realizan al inicio de todo desarrollo proyectual para definir los requerimientos y el alcance del proyecto, pilares fundamentales que definen el enfoque y desarrollo

del ciclo de vida de un producto. Dentro del MV PLM EDIUIS dicho proceso de comunicación se encuentra definido en el área de Gestión de Requerimientos (GR). A pesar que esta área de proceso fue introducida en la Plantilla MV PLM EDIUIS de Aras Innovator, la información generada dentro de la misma no fue gestionada en el Estudio de Caso POP debido a que el propósito de este estudio fue valorar la factibilidad de gestión de información dentro de las áreas de proceso de Gestión de Configuración y Cambios (CM), Gestión de Proyectos (GP), Diseño de Producto (DP) y Simulación de Producto (SP).

Imagen 34. Gestión de Requerimientos en Plantilla MV PLM EDIUIS

N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role	Requir...	Attach
	(GR) Gestión Requerimientos				<input type="checkbox"/>				
4	Bocabulario Común		1	4	<input type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Datos de Contexto	4	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Protocolo	5	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Aprobación Protocolo	6	0		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Manager	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Experiencia de Usuario	5	1	4	<input type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Necesidades de Usuario	8	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Definición de Variables	9	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Requerimientos	10	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Aprobación Requerimientos	11	0		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Manager	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Asignar Recursos	12	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input type="checkbox"/>	
14	Trazabilidad de Requerimientos	13	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Document		<input type="checkbox"/>	
15	Aprobar Trazabilidad	14	0		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Manager	<input type="checkbox"/>	

c. Recolectar datos y crear un diagrama de red de trabajo

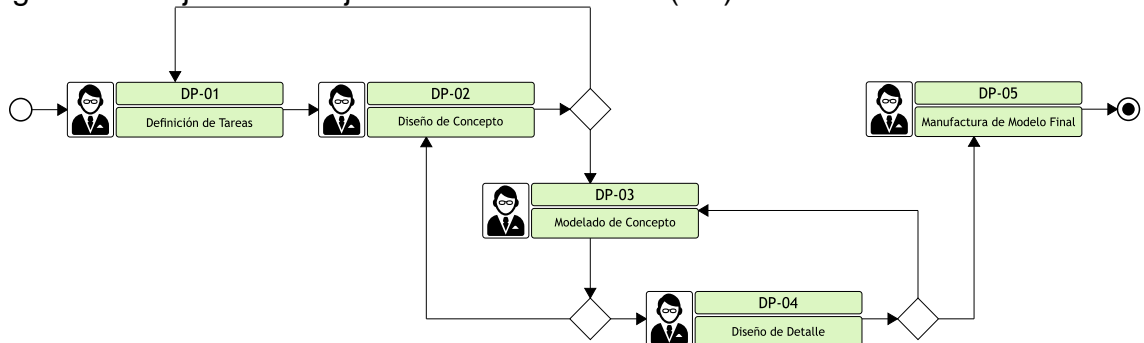
Los diagramas de trabajo ya se encuentran definidos en el MV PLM EDIUIS a través de las áreas de proceso. A continuación se muestran los flujos de trabajo del MV PLM EDIUIS empleados dentro de la **Plantilla Estudio de Caso POP** de Aras Innovator para el desarrollo del estudio de caso.

La primera área de proceso es la **Gestión de Configuración y Cambios (CM)**, la cual hace posible la gestión de información dentro del ambiente PLM, definiendo el comportamiento de los ítems y sus procesos de cambio. Esta área está conformada por tres flujos de trabajo, **el Reporte de un Problema (PR)**, **la Petición de Cambio de Ingeniería (ECR)** y **la Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN)**, los cuales fueron desarrollados acorde a los modelos estandarizados de mejora y evaluación de procesos propuestos por CMMI [34]. A pesar que esta área de proceso no está dentro de la Plantilla Estudio de Caso POP pues no es un área dentro del proceso productivo en el ciclo de vida, es una estructura de actividades indispensable que debe ser usada durante el desarrollo

identidades, roles y actividades en un proyecto dentro de un ambiente PLM. Esta área de proceso es definida dentro de Aras Innovator al momento de crear y configurar un nuevo proyecto y se va ejecutando acorde al desarrollo del proyecto.

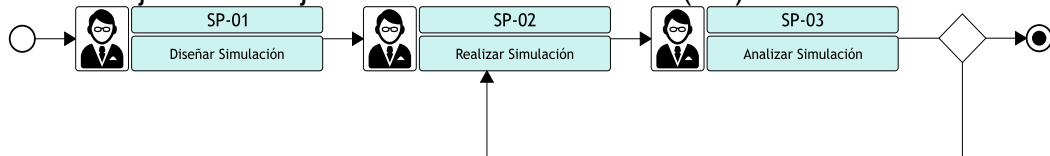
Flujo de Trabajo Diseño de Producto (DP)

Figura 38. Flujo de Trabajo Diseño de Producto (DP)



Flujo de Trabajo Simulación de Producto (SP)

Figura 39. Flujo de Trabajo Simulación de Producto (SP)



Los flujos de trabajo de las áreas de proceso respectivas fueron introducidos a la Plantilla MV PLM EDIUIS a través de un elemento de Aras Innovator denominado **Árbol de Proyecto**. Este elemento permite gestionar la estructura de trabajo que compone un proyecto.

Imagen 35. Árbol de Proyecto

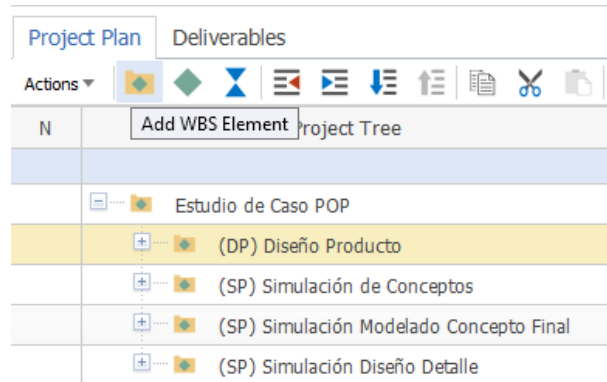
Project Plan		Deliverables							
Actions									
N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role	Requir...	Attach
	Estudio de Caso POP				<input type="checkbox"/>				
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación de C				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación Mode				<input type="checkbox"/>				
	(SP) Simulación Diseñ				<input type="checkbox"/>				

d. Dividir proyectos largos en fases

Las fases dentro de Aras Innovator son las Áreas de Proceso Productivo del MV PLM EDIUIS. Gracias al Árbol de Proyectos es posible introducir actividades y

procesos dentro de la plantilla en Aras Innovator, pero para introducir dichas actividades de manera organizada es necesario el uso de **WBS Elements**. Este elemento representa la estructura de descomposición de trabajo a través de carpetas donde se almacenan actividades que componen las áreas de proceso. Un WBS Element es representado gráficamente dentro de Aras Innovator con una carpeta amarilla y un rombo verde en su centro.

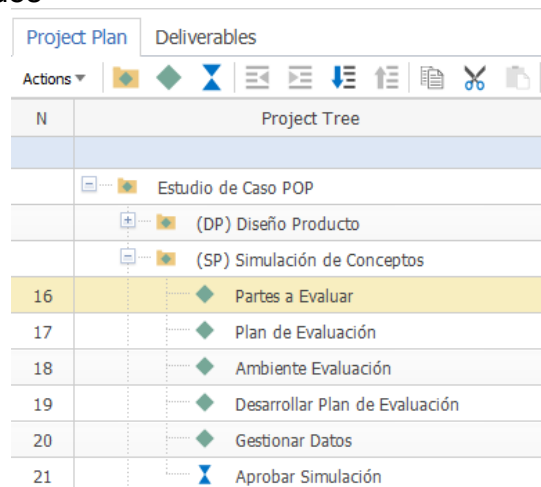
Imagen 36. WBS Element



e. Definir actividades para cada fase

Las áreas de proceso dentro del MV PLM EDIUIS están conformadas por **Actividades**. Aras Innovator permite agregar actividades dentro de los WBS Elements y permite relacionar las actividades a diversos elementos como roles, identidades, ítems necesarios para completar dicha actividad, precedencia de actividades, entre otros elementos. Una Actividad está representada gráficamente dentro de Aras Innovator con un rombo de color verde.

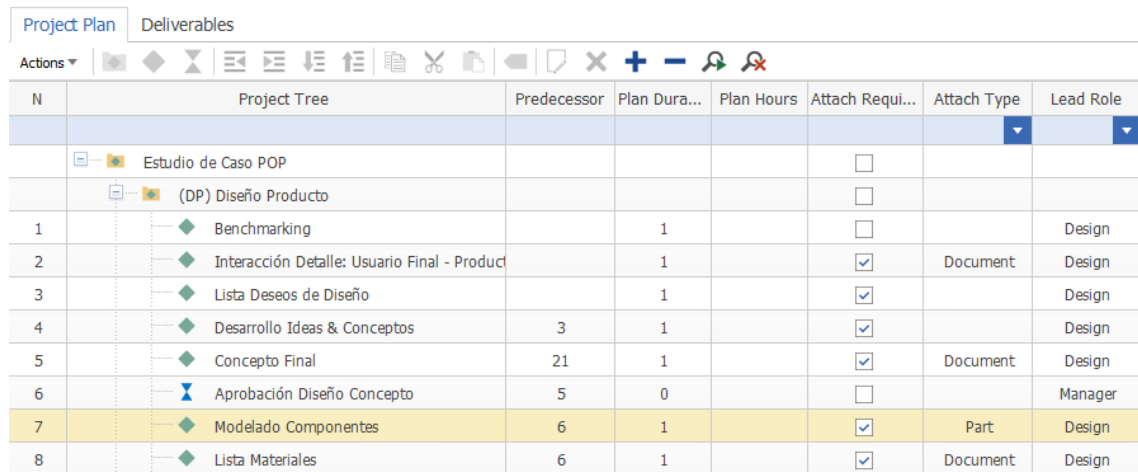
Imagen 37. Actividades



f. Definir entregables para cada fase o actividad

Recordemos que toda actividad a desarrollar dentro de los flujos de trabajo del MV PLM EDIUIS generan ítems de salida, los cuales son ítems producidos por cada actividad. Dentro de Aras Innovator la manera de mostrar los entregables de cada actividad es a través del elemento **Deliverable**. Para definir cuando una actividad requiere ítems de salida es necesario marcar la casilla **Attach Required** junto a cada actividad. En la casilla **Attach Type** es posible definir el tipo de ítem entregable requerido por cada actividad para que esta esté completa.

Imagen 38. Ventana con Actividades con Casillas Attach Type y Attach Required



N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role
	Estudio de Caso POP				<input type="checkbox"/>		
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>		
1	Benchmarking		1		<input type="checkbox"/>		Design
2	Interacción Detalle: Usuario Final - Product		1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Design
3	Lista Deseos de Diseño		1		<input checked="" type="checkbox"/>		Design
4	Desarrollo Ideas & Conceptos	3	1		<input checked="" type="checkbox"/>		Design
5	Concepto Final	21	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Design
6	Aprobación Diseño Concepto	5	0		<input type="checkbox"/>		Manager
7	Modelado Componentes	6	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Part	Design
8	Lista Materiales	6	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Design

g. Asignar recursos a cada actividad

La forma de asignar recursos a cada actividad dentro de Aras Innovator es mediante la asignación de Roles e Identidades. Recordemos que una Identidad es la representación de un individuo dentro de Aras Innovator, y los Roles son representaciones de permisos, responsabilidades y actividades por desarrollar dentro de un ambiente PLM. Los Roles son asignados a las Identidades para que estas asuman los permisos y responsabilidades necesarias para desarrollar las actividades asignadas a un determinado Rol. El MV PLM EDIUIS tiene definidos los Roles Docente y Estudiante dentro del área de Gestión de Proyecto (GP), y para esta plantilla el rol **Docente** ocupa el **rol de actividad Manager**, al igual que el rol **Estudiante** del MV PLM EDIUIS es asignado a los **roles de actividades Design y Quality**. Existen actividades dentro del ciclo de vida de un producto que deben ser gestionadas por varios roles, y es posible asignar varios roles a actividades determinadas dentro de Aras Innovator, sin embargo debe existir un rol que lidere la actividad, supervisando sus procesos. En Aras Innovator es posible definir el rol que lidera gracias al elemento **Lead Role**.

Imagen 39. Actividades con Casillas Lead Role

Project Plan		Deliverables						
Actions								
N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role	
	Estudio de Caso POP				<input type="checkbox"/>			
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>			
	(SP) Simulación de Conceptos				<input type="checkbox"/>			
16	Partes a Evaluar	4	1		<input checked="" type="checkbox"/>		Quality	
17	Plan de Evaluación	4	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Quality	
18	Ambiente Evaluación	17	1		<input type="checkbox"/>		Quality	
19	Desarrollar Plan de Evaluación	18	1		<input type="checkbox"/>		Quality	
20	Gestionar Datos	19	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Quality	
21	Aprobar Simulación	20	0		<input type="checkbox"/>		Manager	

h. Definir tareas para cada actividad

Las actividades dentro del árbol de proyecto pueden estar conformadas por tareas para completar la actividad, de la misma forma que en el MV PLM EDIUIS. Para la Plantilla Estudio de Caso POP las únicas actividades conformadas por tareas a desarrollar son las que se encuentran dentro del área de proceso de Gestión de Configuración y Cambios (CM). La representación de las tareas dentro de Aras Innovator es el elemento **Tasks**.

Imagen 40. Tareas a Desarrollar Dentro de Actividad Review ECR

Workflow Activity Completion

Workflow: ECR-100002
Activity: Review ECR

Tasks			
Sequence	Required	Description	Complete
3	<input type="checkbox"/>	Review Affected Items, add additional if necessary	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Make sure the Assigned Creator is correct	<input checked="" type="checkbox"/>

i. Identificar los logros del proyecto

Un logro se puede entender como el cumplimiento de un requerimiento determinado dentro del desarrollo del ciclo de vida del producto. Aras Innovator lleva un seguimiento de las fechas o actividades importantes dentro del plan de desarrollo de un proyecto a través del elemento **Milestones**. Los Milestones han

sido empleados dentro de la plantilla Estudio de Caso POP para representar las decisiones dentro de los flujos de trabajo del MV PLM EDIUIS, las cuales son aprobaciones o supervisiones que el docente realiza al desarrollo de los flujos de trabajo. Los **Milestones** están representados gráficamente dentro de Aras Innovator con dos triángulos de color azul.

Imagen 41. Milestones

N	Add Milestone	Predecessor	Plan Dura...	Plan Hours	Attach Requi...	Attach Type	Lead Role
	Estudio de Caso POP				<input type="checkbox"/>		
	(DP) Diseño Producto				<input type="checkbox"/>		
1	Benchmarking		1		<input type="checkbox"/>		Design
2	Interacción Detalle: Usuario Final - Product		1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Design
3	Lista Deseos de Diseño		1		<input checked="" type="checkbox"/>		Design
4	Desarrollo Ideas & Conceptos	3	1		<input checked="" type="checkbox"/>		Design
5	Concepto Final	21	1		<input checked="" type="checkbox"/>	Document	Design
6	Aprobación Diseño Concepto	5	0		<input type="checkbox"/>		Manager

j. Definir dependencia de las actividades

Existe un elemento importante dentro del árbol de proyecto denominado **Dependencia**. Dentro del MV PLM EDIUIS, gran parte de las actividades a realizar no pueden desarrollarse sin antes haber desarrollado actividades previas. La dependencia permite definir qué actividades deben haberse desarrollado previamente para que una actividad determinada pueda desarrollarse. Cada actividad dentro del árbol de proyecto está representada por un número de identificación, por ende, si la actividad 21 no puede desarrollarse si la actividad 20 no se ha desarrollado, la forma de representar esa dependencia es asignando el número 20 dentro de la casilla **Predecessor** de la actividad 21.

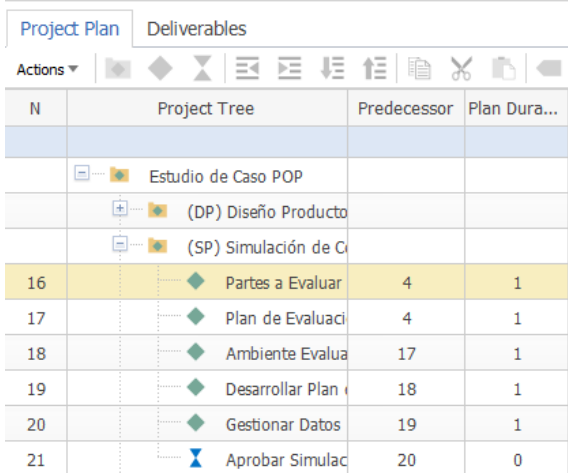
Imagen 42. Ventana con Actividades y Dependencias

N	Project Tree	Predecessor
	Estudio de Caso POP	
	(DP) Diseño Producto	
	(SP) Simulación de Conceptos	
16	Partes a Evaluar	4
17	Plan de Evaluación	4
18	Ambiente Evaluación	17
19	Desarrollar Plan de Evaluación	18
20	Gestionar Datos	19
21	Aprobar Simulación	20

k. Definir la duración de cada actividad

Para cumplir los tiempos de desarrollo de un producto es necesario definir el tiempo estimado que cada actividad emplea para desarrollarse. Aras Innovator permite definir la duración de sus actividades en días y horas. Para asignar la duración en días de una actividad se rellena la casilla **Plan Duration** con el número determinado. Para asignar la duración en horas de una actividad se rellena la casilla **Plan Hours** con el número determinado. Para la Plantilla Estudio de Caso POP se asignó 1 día de desarrollo por defecto a cada actividad, sin embargo no se asignaron horas estimadas de duración de las actividades. Ambos valores pueden ser modificados en la creación de un proyecto.

Imagen 43. Duración de Actividades



The screenshot shows the 'Project Plan' interface in Aras Innovator. It features a Gantt chart and a table of activities. The table has columns for 'N', 'Project Tree', 'Predecessor', and 'Plan Dura...'. The activities listed are:

N	Project Tree	Predecessor	Plan Dura...
	Estudio de Caso POP		
	(DP) Diseño Producto		
	(SP) Simulación de C		
16	Partes a Evaluar	4	1
17	Plan de Evaluaci	4	1
18	Ambiente Evalua	17	1
19	Desarrollar Plan	18	1
20	Gestionar Datos	19	1
21	Aprobar Simulac	20	0

Una vez que la Plantilla Estudio de Caso POP fue gestionada con la información necesaria, esta fue **aprobada** dentro del ambiente PLM y a partir de esta se creó el proyecto **POP (Estudio de Caso)**.

6.8 PROYECTO: POP (ESTUDIO DE CASO)

Este proyecto está basado en la Plantilla Estudio de Caso POP previamente definida dentro de Aras Innovator. Gracias a esta plantilla, los elementos predefinidos por el Modelo de Visualización PLM de la EDIUIS (áreas de proceso a emplear, roles, actividades, derivables, tareas, dependencias) pudieron adaptarse a las necesidades de gestión de información del caso estudio. Para la creación del proyecto dentro de Aras Innovator fue necesaria la **adaptación del ambiente PLM**, una actividad dentro de la Gestión de Proyectos (GP) del MV PLM EDIUIS la cual permite adaptar las variables circunstanciales de proyectos específicos a desarrollar dentro del ambiente PLM.

Con las áreas de proceso de producción ya definidas, y todos los elementos asociados a las mismas, se emplearon los siguientes pasos en Aras Innovator para el desarrollo del proyecto.

- a. Creación de identidades y jerarquías
- b. Creación del proyecto y asignación de criterios
- c. Asignación de roles a identidades
- d. Planificar ejecución del estudio de caso
- e. Activación del proyecto

a) Creación de identidades y jerarquías

Con las áreas de proceso ya definidas y los roles asignados a cada actividad, el siguiente paso es la creación de usuarios e **identidades** que se asociarán a cada rol, para poder ejecutar el estudio de caso. Recordemos que una identidad individual es la representación de un usuario dentro del ambiente PLM. Esta identidad es única para cada usuario. Dentro de Aras Innovator también existen las **Identidades Grupales**, que permiten agrupar varias identidades individuales en una identidad grupal. Las identidades grupales poseen permisos determinados dentro del ambiente PLM y generalmente se asocian a roles dentro de un proyecto. De esta manera si se asigna una identidad grupal a un rol determinado dentro de un proyecto, cualquier usuario dentro de esta identidad grupal podrá realizar las actividades asociadas a dicho rol. Para el estudio de caso se crearon cuatro identidades individuales, que luego se asignaron a las siguientes identidades grupales.

Cuadro 51. Identidades de Usuario e Identidades Grupales

Identidades de Usuario	Identidades Grupales
Admin	Administrators, CCB
Docente MAC02	Docente, All employees, CCB
Estudiante MAC09	Estudiante, All employees, CCB
Estudiante MAC13	Estudiante, All employees, CCB

b) Creación del proyecto y asignación de criterios

Una vez definidas las identidades se creó un nuevo proyecto en Aras Innovator con el nombre **POP (Estudio de Caso)**.

Imagen 44. Proyecto POP (Estudio de Caso)

Add Project Plan

✓

Project

Name: POP (Estudio de Caso) Target Start: 2/5/2016

Use Template: Yes No Target Finish: 2/8/2016

Project Template: Estudio POP (Plantilla 1) Scheduling Type: Forward

Name: POP (Estudio de Caso)

Imagen 45. Asignación de Criterios para el Proyecto POP (Estudio de Caso)

Project

Status : Pending

Project Number: 1324 Project Manager: Docente MAC02

Name: POP (Estudio de Caso) From Template: Estudio POP (Plantilla 1)

Ph 1 Ph 2 Ph 3 Ph 4

Target Start: 2/5/2016 Target Finish: 2/8/2016 Scheduling Type: Forward Scheduling Mode: Interactively Only

Scheduled Start: 2/5/2016 Scheduled Finish: 2/8/2016 Project Update Mode: Interactively Only

Description: Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDIUIS;

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]
	Estudio de Caso POP			
	(DP) Diseño Producto			
	(SP) Simulación de Conceptos			
	(SP) Simulación Modelado Concepto Final			
	(SP) Simulación Diseño Detalle			

Durante la asignación de criterios al proyecto se definieron los siguientes elementos:

- **Número de Proyecto:** También denominado **Project Number**, es la identificación única que permite a Aras Innovator identificar los distintos proyectos.
- **Manager de Proyecto:** Identidad encargada de supervisar, gestionar y actualizar el desarrollo del proyecto.
- **Fases del Proyecto:** Las fases del proyecto son las áreas de proceso del estudio de caso y están representadas por los elementos WBS. El desarrollo de las fases se evidencia con los elementos **Ph1, Ph2, Ph3, Ph4**. El elemento

Ph1 representa el Diseño de Producto, el Ph2 representa la Simulación de Conceptos, el Ph3 representa la Simulación de Modelado de Concepto Final y el Ph4 representa la Simulación de Diseño de Detalle. Durante este estudio de caso el área de Simulación de Productos (SP) del MV PLM EDIUIS se empleará 3 veces a través del desarrollo del diseño de producto.

- **Meta de Inicio y Final:** También denominados **Target Start**, **Target Finish**, Estos valores de tiempo se introducen directamente por la identidad a cargo del proyecto y representan el tiempo óptimo estimado por la identidad para desarrollar el proyecto.
- **Programación de Inicio y Final:** También denominados **Scheduled Start**, **Scheduled Finish**, estos valores son asignados por Aras Innovator de acuerdo a la duración de cada actividad dentro del proyecto y a la dependencia de actividades. Para el desarrollo del estudio de caso, se adaptó la programación de inicio y final del proyecto con los mismos valores a la meta de inicio y final del proyecto.

c) Asignación de roles a identidades

Dentro de la ventana de creación de proyectos, en el elemento **Team**, es posible definir el equipo de identidades que conformarán el proyecto y los roles que realizará cada una. Para el estudio de caso estos elementos se definieron de la siguiente manera.

Imagen 46. Asignación de roles a identidades

Project

Project Number: 1324

Project Manager: Docente MAC02

Name: POP (Estudio de Caso) From Template: Estudio POP (Plantilla 1)

Ph 1: Ph 2: Ph 3: Ph 4:

Target Start: 2/5/2016 Target Finish: 2/8/2016 Scheduling Type: Forward Scheduling Mode: Interactively Only

Scheduled Start: Scheduled Finish: Project Update Mode: Interactively Only

Description: Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDIUIS.;

Project Plan | **Team** | Deliverables | Parts

Actions: No Related

Role	Name
Design	Estudiante MAC09
Quality	Estudiante MAC13
Manager	Docente MAC02

En el proyecto POP (Estudio de Caso) el rol Design fue el encargado de realizar todas las actividades dentro del área de Diseño de Producto (DP), el rol Quality fue el encargado de realizar todas las actividades dentro del área de Simulación de Producto (SP), y el rol Manager fue el encargado de la supervisión de actividades y las Milestones del proyecto.

Debido a que la Gestión de Configuración y Cambios (CM) es un área vital para la gestión de proyectos dentro de ambientes PLM, su configuración se realiza por fuera de la sección de proyectos en Aras Innovator, pero de igual forma se configuró esta área para la correcta gestión de archivos del estudio de caso. Las identidades usuario que conforman el CM dentro de Aras Innovator se denomina Change Control Board (CCB), está identidad grupal está conformada por cinco identidades grupales, las cuales a su vez están conformadas por distintas identidades usuario que integran el proyecto POP (Estudio de Caso). Recordemos que las identidades grupales que conforman el CM, así como las actividades asociadas a cada identidad grupal, se encuentran definidas según estándares de mejora y evaluación de procesos propuestos por CMMI [34]. A continuación se aprecian las identidades grupales que conforman el CCB y las identidades usuario dentro de cada una.

Cuadro 52. Configuración de identidades

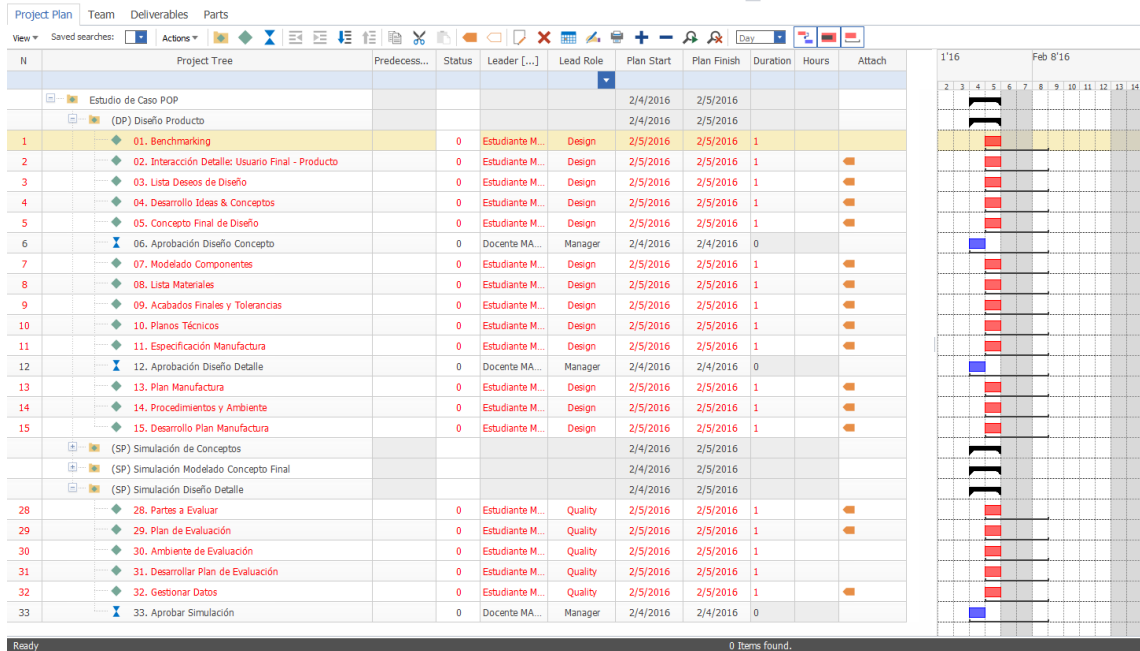
Identidades Grupales	Identidades Usuario			
	Docente MAC02	Estudiante MAC09	Estudiante MAC13	Admin
Change Specialist I	✓	✓	✓	✓
Change Specialist II	✓	✓	✓	✓
Change Specialist III	✓	✓	✓	✓
Configuration Management (CM)	✓	✓	✓	✓
Change Review Board (CRB)	✓			

d) Planificar ejecución del estudio de caso

Aras Innovator puede planificar los proyectos a desarrollar dentro del ambiente PLM a través de la programación de proyectos. Para esto Aras Innovator tiene en cuenta la duración de las actividades dentro del árbol de proyectos y las dependencias que cada actividad posee. De acuerdo a esto Aras programa automáticamente las actividades y puede definir la programación de inicio del proyecto y la programación estimada de finalización del proyecto. Debido a las necesidades específicas del estudio de caso, el cual valoró la factibilidad del ambiente PLM por medio de la gestión de información de un proyecto de diseño de la EDIUIS ya generado previamente, la duración de las actividades no se tuvo en cuenta y la programación del proyecto se estableció bajo los mismos parámetros que la meta de inicio y final del proyecto estudio de caso, del 5 de Febrero al 8 de Febrero del 2016. Se puede apreciar en la gráfica Gantt el

desarrollo de actividades programadas para un mismo día, según las necesidades del estudio de caso.

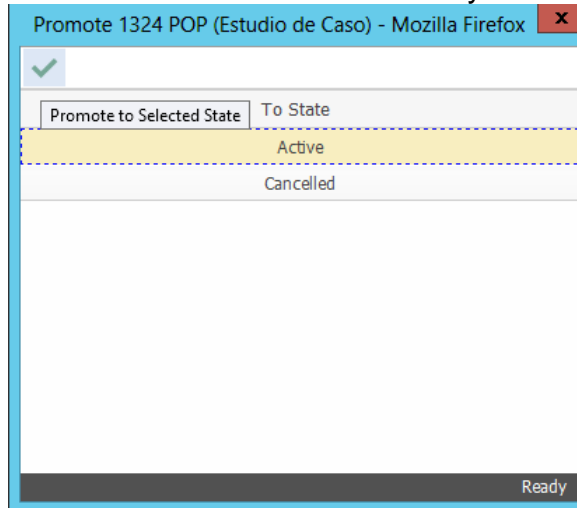
Imagen 47. Programación de Proyecto POP (Estudio de Caso)



e) Activación del Proyecto

Una vez definida la programación de POP (Estudio de Caso) se procedió con la activación del proyecto y su posterior actualización. De esta manera Aras Innovator puede enviar las actividades asociadas a cada rol e identidad usuario para su desarrollo. Para activar un proyecto es necesario que este se encuentre guardado y desbloqueado dentro de Aras, al igual que este debe encontrarse en el estado **Pendiente**. Se selecciona el proyecto a promover, se oprime la tecla **Promoción de Ítem** y se genera una ventana emergente con la opción de activación del proyecto, se selecciona la opción **Activar** y se selecciona el ícono **Visto** de color verde para ejecutar la acción.

Imagen 48. Ventana de Promoción de Estado del Proyecto



Una vez activado el proyecto POP (Estudio de Caso) se procedió con la actualización del mismo para la notificación de actividades a completar a los distintos roles dentro del proyecto. Para esto se ingresa a la ventana del proyecto y en la sección **Actions** se selecciona la opción **Update Project**.

Imagen 49. Actualización de Proyecto

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours
	Estudio de Caso POP					2/4/2016	2/5/2016		

Imagen 50. Proyecto Actualizado

The screenshot shows a project management application with a menu bar (File, Edit, Views, Search, Actions, Reports, Tools, Help) and a toolbar. The main area displays project information:

- Project Number:** 1324
- Project Manager:** Docente MAC02
- Name:** POP (Estudio de Caso)
- From Template:** Estudio POP (Plantilla 1)
- Status:** Active
- Phases:** Ph 1, Ph 2, Ph 3, Ph 4. Values: 0, 0, 0, 0.
- Target Start:** 2/5/2016
- Target Finish:** 2/8/2016
- Scheduling Type:** Forward
- Scheduling Mode:** Interactively Only
- Scheduled Start:** 2/5/2016
- Scheduled Finish:** 2/8/2016
- Project Update Mode:** Interactively Only
- Description:** Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDIUIS.

Below the details is a 'Project Plan' section with a table showing the project tree and a summary table:

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours
	Estudio de Caso POP		0			2/5/2016	2/5/2016	1	

Una vez actualizado el proyecto las fases se tornan de color amarillo y su valor 0 cambiará a medida que las actividades de cada fase se vayan desarrollando.

6.9 DESARROLLO DE POP (ESTUDIO DE CASO)

El estudio de caso está documentado según el desarrollo de sus actividades en orden cronológico, y durante este desarrollo se explicará en detalle las actividades de gestión de información y las áreas de proceso dentro de la cual hacen parte.

Imagen 51. In Basket de la Identidad Estudiante MAC09

The screenshot shows the 'In Basket' section of the software. It features a sidebar with navigation options (Change Management, Design, Documents, My Innovator, My Desktop, My Discussions, My InBasket, Portfolio, Sourcing) and a main table of activities:

Type	Source Item	Activity	Start Date	Due Date	Status	Assigned To	Instructions	Work Item	My Assignment
Project Task	1324 POP Estudio	27. Aprobar simulación	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			1
Project Task	1324 POP Estudio	02. Interacción Detalle Usuario Final - Producto	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	06. Lista Materiales	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	03. Lista Deseos de Diseño	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	14. Procedimientos y Ambiente	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	07. Modelado Componentes	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	06. Aprobación Diseño Concepto	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	12. Aprobación Diseño Detalle	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	01. Benchmarking	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	33. Aprobar Simulación	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	05. Concepto Final de Diseño	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	11. Especificación Manufactura	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	04. Desarrollo Ideas y Conceptos	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	13. Plan Manufactura	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	10. Planos Técnicos	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	09. Acabados Finales y Tolerancias	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	15. Desarrollo Plan Manufactura	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Estudio	21. Aprobar Simulación	2/5/2016	2/5/2016	Active	Estudiante MAC09			

Una vez activado y actualizado el proyecto POP (Estudio de Caso), cada actividad programada en sus días de desarrollo aparecerán en la sección **In Basket** de las identidades usuario asignadas a dichas actividades.

a. Completar actividades y creación de ítems documentos.

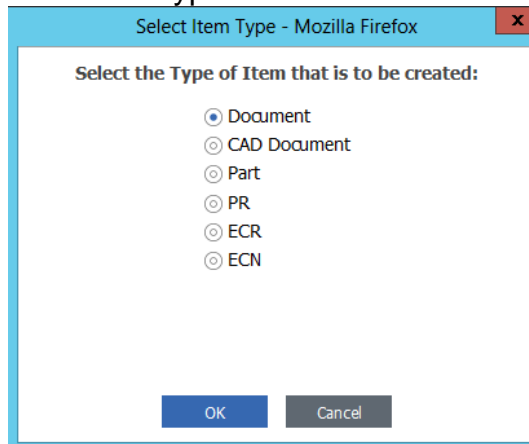
En esta sección se muestran todas las actividades a completar por un usuario. Cada actividad a completar posee información relevante al proyecto tales como el **nombre de las actividades** a realizar, la **fecha de inicio y fecha de finalización** programada para cada actividad, el **estado** en el cual se encuentra la actividad, entre otros. Estas actividades irán apareciendo dentro de esta sección de Aras Innovator de acuerdo a la dependencia de actividades y las fechas programadas de desarrollo.

Imagen 52. Ventana Activity Completion Form

Name	Role	Work Estimate	Percent Load	Actual Start [...]	Complete	Percent Complete
Estudiante MAC09	Design				<input type="checkbox"/>	

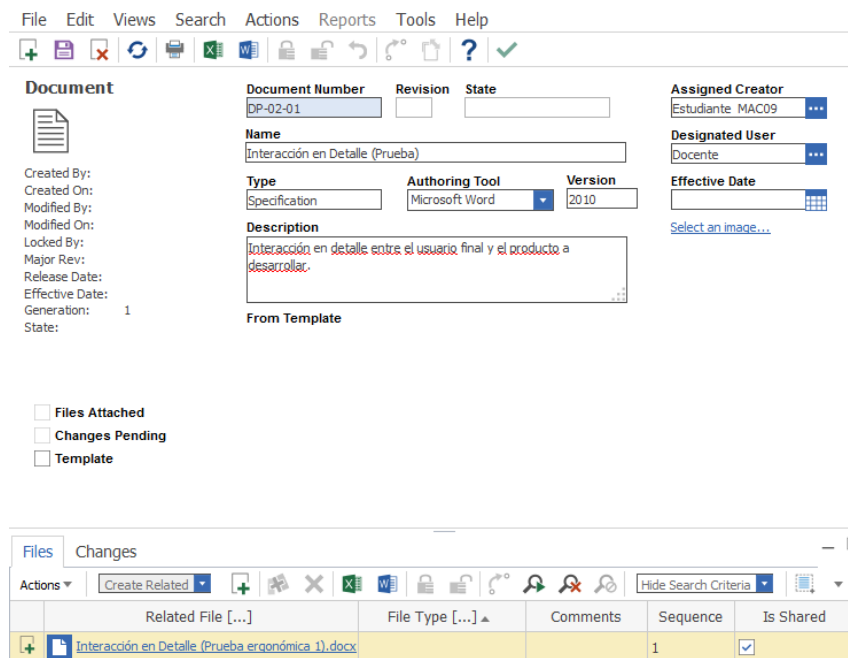
Para desarrollar una actividad se selecciona la actividad específica y se ingresa a la ventana **Activity Completion Form**, la cual presenta información sobre la actividad, al igual que las identidades asignadas. Dado que el objetivo de una actividad es generar valor al ciclo de vida del producto a través de ítems con información, es común que cada actividad se asocie a uno o varios ítems entregables. Para asociar ítems a una actividad nos dirigimos a la sección **Deliverables**, seleccionamos la opción **Nuevo Ítem** o un **Ítem ya Existente** dentro de Aras Innovator. Durante la asociación de un nuevo ítem, una ventana emergente nos solicita especificar el tipo de ítem a crear.

Imagen 53. Ventana Select Item Type



Una vez seleccionado el tipo de documento a crear, se dirige a una nueva ventana de creación de documentos. En la siguiente imagen se aprecia la creación del documento **Interacción en Detalle (Prueba)**, para la actividad **02. Interacción en Detalle**, la cual hace parte del área de Diseño de Producto (DP).

Imagen 54. Ventana de Creación de Documentos



Aras Innovator permite la gestión de varios tipos de documentos. Dentro de la ventana de creación de documentos se puede gestionar la siguiente información:

Document Number: Número de identificación del documento dentro de Aras Innovator. El número de identificación en el ejemplo anterior es el **DP-02-01**.

Revision: Elemento de referencia para el control de versiones. Una vez completada la información y creado el documento, se le asignará una revisión **A** por defecto, la cual representa un documento sin modificaciones, a medida que un documento sea modificado, su revisión irá cambiando de acuerdo al orden de letras del abecedario.

State: Estado en el que se encuentra el documento dentro de Aras Innovator. Una vez creado el documento, este se le asignará el estado **Preliminary** por defecto.

Name: Nombre del documento. Para el anterior ejemplo el nombre del documento es **Interacción en Detalle (Prueba)**.

Type: Describe el tipo de documento, el cual puede variar desde la especificación de una parte o proceso de diseño, hasta un documento general. En el anterior ejemplo el tipo de documento es **Specification**.

Authoring Tool: Describe la herramienta mediante la cual fue creado el documento. Aras Innovator tiene guardados varios tipos de herramientas desde Microsoft Office hasta software CAD avanzado como Solid Works, Solid Edge, CATIA, entre otros. Para el anterior ejemplo la herramienta que creó el documento fue **Microsoft Word**.

Version: Describe la versión de la herramienta mediante la cual fue creado el documento. Para el anterior ejemplo la versión de la herramienta que creó el documento fue del **2010**.

Description: Espacio libre para que el usuario creador del documento realice una descripción breve del mismo.

Assigned Creator: Este elemento representa la identidad usuario encargada de crear el documento. Para el anterior ejemplo el creador asignado es el **Estudiante MAC09**, asignado al rol **Design**.

Designated User: EL usuario designado es el encargado de supervisar el documento. Para el anterior ejemplo el usuario designado es la identidad grupal **Docente**.

Effective Date: La fecha efectiva representa la fecha en la cual el documento podrá ser utilizado. Sirve como un elemento de seguridad y control de documentos. Para el estudio de caso este espacio se ha dejado en blanco.

Files: En esta sección de la ventana es posible gestionar todos los archivos binarios asociados a este documento ítem dentro de Aras Innovator. En el ejemplo se ha asociado un único archivo binario al documento ítem, bajo el nombre **Interacción en Detalle (Prueba Ergonómica 1).docx**.

Una vez completada la información requerida, se guarda esta información y luego se libera el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**, el cual es el ícono de **Visto** de color verde.

Imagen 55. Ventana Activity Completion Form

Project		
Project Number	Name	Project Manager
1324	POP (Estudio de Caso)	Docente MAC02

Activity		
Name	Leader	Rollup Work Estimate
02. Interacción Detalle:	Estudiante MAC09	8
Deliverable Type	Deliverable Required	Due Date
Document	<input checked="" type="checkbox"/>	2/5/2016

ItemType	Keyed Name
Document	DP-02-01

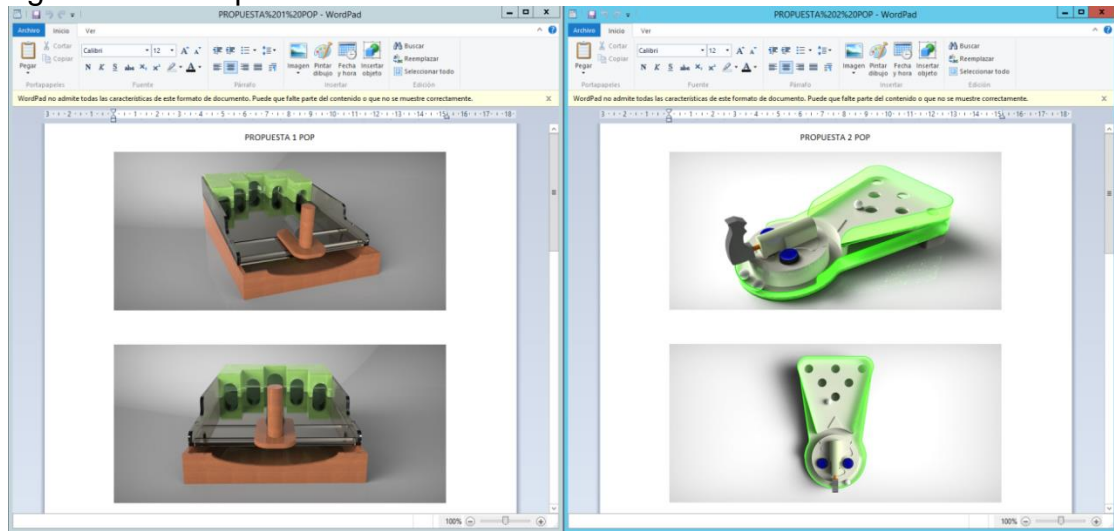
En este punto el nuevo documento creado es asociado directamente con la actividad y se almacena en la sección **Deliverables**, pero para que dicha actividad aparezca completada dentro de Aras Innovator, la identidad usuario Estudiante MAC09 debe entrar a la sección **Assignments**, introducir la fecha de inicio de la actividad en el elemento **Actual Start**, y seleccionar el recuadro del elemento **Complete**, para luego seleccionar el ícono **Save & Unlock, Close**, y así dar por completa la actividad.

Imagen 56. Sección Assignments

Name	Role	Work Estimate	Percent Load	Actual Start [...]	Complete	Percent Complete
Estudiante MAC09	Design			2/5/2016	<input checked="" type="checkbox"/>	100

A medida que cada Identidad usuario ejecutó y desarrolló las actividades asignadas dentro del proyecto POP (Estudio de Caso), se fueron creando ítems entregables dentro de cada actividad. En este punto del proyecto, y analizando los entregables de la actividad **04. Desarrollo Ideas & Conceptos**, se pueden apreciar los dos ítems dentro de Aras que representan los conceptos de POP.

Imagen 57. Conceptos POP



Para poder seleccionar el concepto final de diseño a desarrollar, ambos conceptos debieron ser evaluados en el área de proceso de Simulación de Conceptos. Esta área basó sus actividades del área de Simulación de Producto (SP) del Modelo de Visualización PLM desarrollado para la EDIUIS.

Imagen 58. Área de Proceso Simulación de Conceptos

	(SP) Simulación de Conceptos				2/5/2016	2/5/2016	1		
16	16. Partes a Evaluar	100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
17	17. Plan de Evaluación	100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-17-01
18	18. Ambiente Evaluación	100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-18-01
19	19. Desarrollar Plan de Evaluación	100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
20	20. Gestionar Datos	100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-20-01
21	21. Aprobar Simulación	0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	SP-20-01

En esta área de simulación de conceptos la identidad usuario Estudiante MAC13 empleó los ítems creados y desarrollados por la identidad usuario Estudiante MAC09, para desarrollar actividades de simulación que permitieron evaluar cuál de los dos conceptos era el más adecuado a ser desarrollado. Recordemos que la gestión de actividades y creación de ítems documento dentro de esta área se realiza de la misma forma que se han gestionado las actividades e ítems ya desarrolladas previamente en el área de diseño de producto.

Una vez completadas las actividades dentro de la Simulación de Conceptos, el proyecto avanzó de la siguiente manera.

Imagen 59. Avance del proyecto POP (Estudio de Caso)

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		31			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(DP) Diseño Producto		30			2/5/2016	2/5/2016	1		
1	01. Benchmarking		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
2	02. Interacción Detalle: Usuario Final - Producto		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-02-01
3	03. Lista Deseos de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-03-01
4	04. Desarrollo Ideas & Conceptos		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
5	05. Concepto Final de Diseño		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
6	06. Aprobación Diseño Concepto		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	
7	07. Modelado Componentes		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
8	08. Lista Materiales		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
9	09. Acabados Finales y Tolerancias		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
10	10. Planos Técnicos		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
11	11. Especificación Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
12	12. Aprobación Diseño Detalle		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	
13	13. Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
14	14. Procedimientos y Ambiente		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
15	15. Desarrollo Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
	(SP) Simulación de Conceptos		100			2/5/2016	2/5/2016	1		
16	16. Partes a Evaluar		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
17	17. Plan de Evaluación		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-17-01
18	18. Ambiente Evaluación		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-18-01
19	19. Desarrollar Plan de Evaluación		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
20	20. Gestionar Datos		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-20-01
21	21. Aprobar Simulación		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	SP-20-01
	(SP) Simulación Modelado Concepto Final		0			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(SP) Simulación Diseño Detalle		0			2/5/2016	2/5/2016	1		

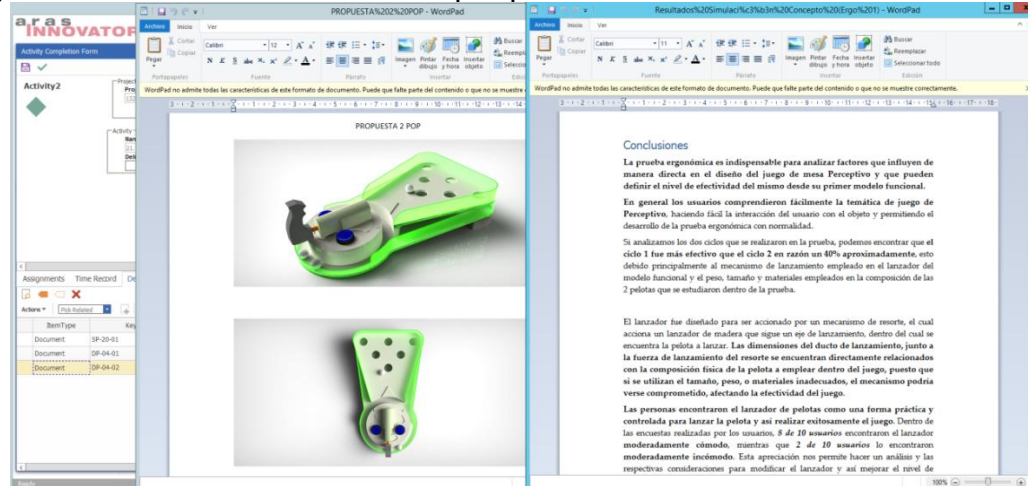
En la anterior imagen se pueden apreciar las actividades dentro del área de Diseño de Producto y Simulación de Conceptos. Algunas de las actividades se encuentran con un **Status** de **100** en color verde, lo cual representa que han sido completadas por las identidades asignadas. En la sección **Attach** se aprecian los ítems entregables creados y asociados a cada actividad. Recordemos que Aras Innovator permite especificar el tipo de ítem entregable a ser asociado a una actividad específica, de modo que estas actividades no podrán ser completadas hasta que dicho ítem entregable no sea asociado a la actividad. Las actividades con el **Status** de **0** en color amarillo son actividades que aún no han sido completadas.

b. Actividad Milestone

A pesar que el área de Simulación de Conceptos se encuentra con un **Status** de **100**, este se encuentra en color amarillo, esto se debe a que la actividad **Milestone 21. Aprobar Simulación** aún no ha sido completada. Recordemos que la finalidad de una actividad milestone es permitir la supervisión de los ítems desarrollados durante las actividades por parte del supervisor encargado, en este caso identidad **Docente MAC02**, la cual está a cargo del proyecto POP. En esta actividad las identidades **Estudiante** asociarán ítems entregables desarrollados en las actividades anteriores, y la identidad **Docente MAC02** se encargará de supervisar, **aprobar o no aprobar** los ítems y su desarrollo. De igual forma la identidad Docente tiene la libertad de asociar nuevos documentos dentro de la

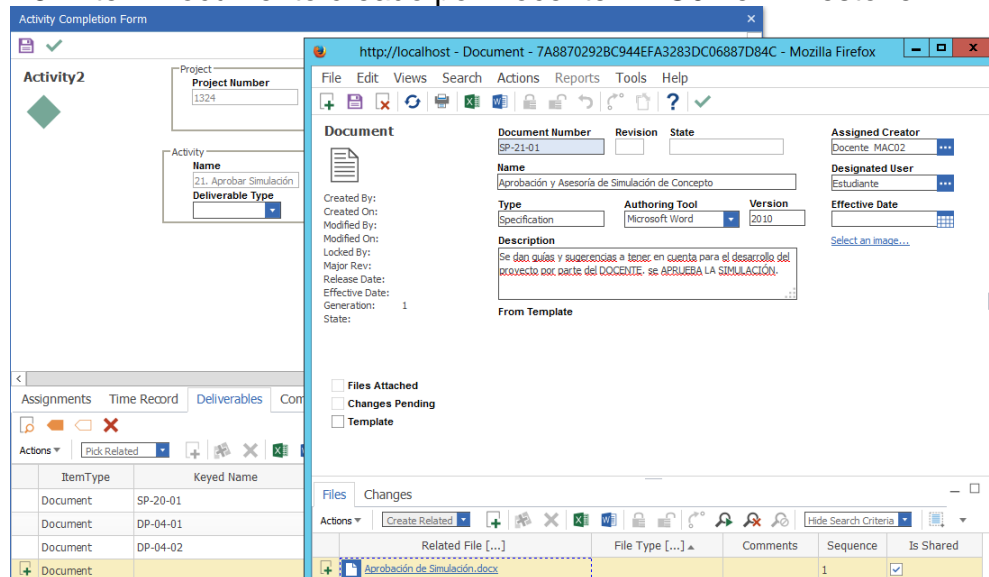
actividad a fin de asesorar o confirmar la supervisión de los documentos. En caso que los ítems y el desarrollo de la actividad no sea aprobada, la identidad Docente MAC02 tiene la libertad de crear un reporte de un problema o **Problem Report (PR)** por sus siglas en inglés, el cual hace parte del área de Gestión de Configuración y Cambios (CM), el cual usará para notificar a las identidades pertinentes el problema con los ítems no aprobados para su modificación, cambio o eliminación, siguiendo los protocolos de gestión de cambios.

Imagen 60. Análisis de Documentos por parte de Docente MAC02 en Milestone



Durante el desarrollo de esta actividad, la identidad Docente MAC02 aprobó los ítems generados durante la simulación y creó un nuevo ítem documento para dejar constancia de la supervisión el cual asoció a la actividad, para luego dar por terminada la actividad milestone.

Imagen 61. Ítem Documento creado por Docente MAC02 en Milestone



Habiendo completado las actividades del área de **Simulación de Conceptos**, esta área muestra un **Status** de **100** en color **Verde**, lo cual evidencia que esta área se ha completado. De igual manera esta área se representa dentro del proyecto con el elemento **Ph2**.

Imagen 62. Área de Simulación de Concepto completada

The screenshot displays a project management tool interface. At the top, project details are shown: Project Number 1324, Project Manager Docente MAC02, Name POP (Estudio de Caso), and From Template Estudio POP (Plantilla 1). The status is 'Active'. Below this, a Gantt chart shows a bar for 'Ph 2' (Simulation of Concepts) at 100% completion. A description box states: 'Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDUIUS...'. Below the Gantt chart is a table with columns: N, Project Tree, Predecessors, Status, Leader, Lead Role, Plan Start, Plan Finish, Duration, Hours, and Attach. The table lists activities 16 through 21, with activity 05 (Concepto Final de Diseño) highlighted in green and showing a status of 100%.

N	Project Tree	Predecessors	Status	Leader	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		31			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(DP) Diseño Pro...		30			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(SP) Simulación d...		100			2/5/2016	2/5/2016	1		
16	16. Partes a...		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
17	17. Plan de f...		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-17-01
18	18. Ambient...		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-18-01
19	19. Desarroll...		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
20	20. Gestiona...		100	Estudiante M...	Quality	2/5/2016	2/5/2016	1	8	SP-20-01
21	21. Aprobar		100	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	Multiple

Durante la siguiente actividad de desarrollo, la actividad **05. Concepto Final de Diseño**, el **Estudiante MAC09** seleccionó el concepto final de POP a desarrollar, a través de la creación de un nuevo ítem asociado a dicha actividad, y este ítem fue supervisado por el **Docente MAC02** durante la milestone **06. Aprobación de Diseño de Concepto**, para finalmente ser aprobado. Recordemos que las actividades realizadas hasta este punto del proyecto POP (Estudio de Caso) son actividades definidas en los diagramas de desfragmentación DP-01 y DP-02 del área de Diseño de Producto (DP) en el MV PLM EDUIUS, lo que evidencia el avance del proyecto y las actividades que faltan por desarrollar. La siguiente actividad a desarrollar es la **07. Modelado de Componentes**, la cual hace parte del Diagrama de Desfragmentación DP-03 Modelado de Concepto.

Imagen 63. Flujo de Trabajo del Área de Proceso Diseño de Producto (DP)

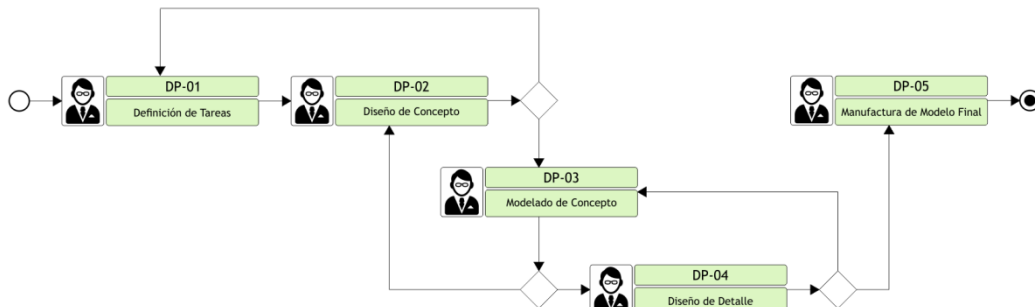


Imagen 64. Desarrollo del Área de Diseño de Producto en Proyecto POP

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		35			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(DP) Diseño Producto		38			2/5/2016	2/5/2016	1		
1	01. Benchmarking		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
2	02. Interacción Detalle: Usuario Final - Producto		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-02-01
3	03. Lista Deseos de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-03-01
4	04. Desarrollo Ideas & Conceptos		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
5	05. Concepto Final de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-05-01
6	06. Aprobación Diseño Concepto		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	Multiple
7	07. Modelado Componentes		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	

c. Creación de CAD Documents

La actividad **07. Modelado de Componentes** está a cargo del **Estudiante MAC09**, pues ha asumido el rol Design. Durante esta actividad se modelaron en archivos CAD todos los componentes necesarios para la definición del proyecto, estos archivos CAD fueron creados en **Solid Works 2014**. Aras Innovator permite la gestión de archivos CAD a través del ítem **CAD Documents**, en la sección **Documents** de la **Tabla de Contenidos**. Para crear un ítem CAD se da clic derecho sobre el elemento **CAD Documents** y luego se selecciona la opción **New CAD Document**.

Imagen 65. Creación de un Nuevo Ítem Documento CAD

File Edit Views Search Actions Reports Tools Help

CAD Document

Document Number: CAD-POP-07
 Revision:
 State: Save, Unlock & Close [an image...](#)

Name: Lanzador de Bolas

Type: Part
 Authoring Tool: SolidWorks
 Version: SW2014

Description: Lanzador de bolas

Assigned Creator: Estudiante MAC09
 Designated User: All Employees

Part: From Template

Native File: [09. Lanzador.SL...](#)
 Viewable File: [Select and uploa...](#)

Changes Pending
 Standard
 Template

Structure Parents Files Changes

Actions [Pick Related](#) [Hide Search Criteria](#)

Sequence	Document Number	Revisi...	Name	Type	State	Na
----------	-----------------	-----------	------	------	-------	----

Acto seguido aparece la ventana de creación del ítem CAD Document. Dentro de esta ventana se gestiona la información necesaria para dicho ítem. Cabe resaltar que la información gestionada en esta ventana posee los mismos elementos de información que la ventana de creación de documentos, previamente analizada en este mismo capítulo. A continuación se describen los elementos empleados en la imagen anterior para la creación de un documento CAD.

Document Number: Número de identificación del ítem mostrado en la imagen es **CAD-POP-07**.

Revision: Elemento de referencia para el control de versiones. Una vez completada la información y creado el documento, se le asignará una revisión **A** por defecto, la cual representa un documento sin modificaciones, a medida que un documento sea modificado, su revisión irá cambiando de acuerdo al orden de letras del abecedario.

State: Estado en el que se encuentra el documento dentro de Aras Innovator. Una vez creado el documento, este se le asignará el estado **Preliminary** por defecto.

Name: Nombre del ítem mostrado en la imagen es **Lanzador de Bolas**.

Type: En Aras Innovator los archivos CAD pueden asociarse a una variada información, esta información se clasifica en base al tipo de archivo, el cual puede variar desde el ensamble de varias piezas de un diseño, una simulación mecánica de piezas, hasta componentes eléctricos o programación lógica. El tipo de ítem mostrado en la imagen es **Part**, pues es una pieza del ensamble POP.

Authoring Tool: Describe la herramienta mediante la cual fue creado el documento. La herramienta que creó el archivo CAD asociado al ítem mostrado en la imagen fue **SolidWorks**.

Version: Describe la versión de la herramienta mediante la cual fue creado el documento. La versión de la herramienta que creó el archivo CAD mostrado en la imagen es **SW2014**.

Description: Espacio libre para que el usuario creador del documento realice una descripción breve del mismo.

Assigned Creator: Este elemento representa la identidad usuario encargada de crear el documento. El creador asignado del ítem mostrado en la imagen es el **Estudiante MAC09**.

Designated User: EL usuario designado es el encargado de supervisar el documento. El usuario designado al ítem mostrado en la imagen es la identidad **All Employees**.

Native File: Representa el archivo nativo asociado al CAD Document, el cual es el archivo CAD original donde está contenida la pieza o conjunto de piezas. El archivo nativo asociado al ítem dentro de la imagen es el **09. Lanzador.SLDPRT**.

Viewable File: Representa el archivo observable del archivo CAD asociado al documento CAD. Generalmente es un PDF con varias vistas guardadas de la pieza.

Una vez completada la información requerida, se guarda esta información y luego se libera el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**, el cual es el ícono de **Visto** de color verde.

Imagen 66. CAD Documents Creados en el Proyecto POP

Document Number	Revision	Name	Type	State	Native File [...]	Viewable File [...]	Authoring Tool	Changes	Standard	Template
CAD-POP-01	A	Base	Mechanical/Part	Preliminary	01_Base.SLDPRT		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-02	A	Soportes de Mesa	Mechanical/Part	Preliminary	04_Soportes Mes...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-03	A	Botones	Mechanical/Part	Preliminary	05_Botones.SLDP		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-04	A	Soporte de Botones	Mechanical/Part	Preliminary	06_Soporte de Bo...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-05	A	Asa	Mechanical/Part	Preliminary	07_Asa.SLDPRT		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-06	A	Tubo de Lanzador	Mechanical/Part	Preliminary	08_Tubo de Lanza...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Preliminary	09_Lanzador.SLD		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Mechanical/Part	Preliminary	10_Triángulo de J...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-09	A	Borde Base	Mechanical/Part	Preliminary	11_Borde Base.S		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-10	A	Zona de Anotación	Mechanical/Part	Preliminary	12_Zona Anotad...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-11	A	Triángulo de Soporte	Mechanical/Part	Preliminary	13_Triángulo Sop...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-13	A	Conector Eléctico	Mechanical/Part	Preliminary	15_Conector Eléc...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-14	A	Zona Botones y Leva	Mechanical/Part	Preliminary	16_Zona Botones		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Preliminary	17_Zona Botones		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-16	A	Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Preliminary	18_Zona Eléctrica		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-17	A	Borde Superior	Mechanical/Part	Preliminary	19_Borde Superio...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-18	A	Leva de Giro	Mechanical/Part	Preliminary	20_Leva de Giro...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-12	A	Alitas Direcciónamiento IZQ	Mechanical/Part	Preliminary	14_Alitas Triáng...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-12.1	A	Alitas Direcciónamiento DER	Mechanical/Part	Preliminary	14.1_Alitas Trián...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-100	A	Ensamble Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Preliminary	22_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Mechanical/Part	Preliminary	21_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-1000	A	POP Ensamble	Mechanical/Part	Preliminary	23_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En la medida que más CAD Documents son creados en Aras Innovator, estos son guardados en la base de datos. Se puede acceder a los documentos ejecutando una búsqueda dentro de la sección CAD Documents.

d. Creación de ítems Part

A pesar que las partes y ensamblajes del producto POP fueron diseñadas en archivos CAD, Aras Innovator gestiona dichas partes y ensamblajes a través del elemento **Parts**, y no a través del elemento CAD Documents. Esto es debido a que un archivo CAD no siempre contiene información relacionada con el diseño de una parte o ensamblaje del producto, los archivos CAD también pueden contener información relevante a simulaciones de producto o información electrónica, entre otros. Para crear un nuevo ítem relacionado a una parte o ensamblaje, se debe dar clic derecho sobre el elemento **Parts**, ubicado en la sección **Design** de la **Tabla de Contenidos**.

Imagen 67. Creación de Ítem Part

Part

Created By:
Created On:
Modified By:
Modified On:
Locked By:
Major Rev:
Release Date:
Effective Date:
Generation: 1
State:

Part Number POP-07 **Revision** **State**

Name Lanzador de Bolas

Type Component **Unit** MM **Make / Buy** Make **Cost**

Long Description

Assigned Creator Estudiante MAC09

Designated User All Employees

Effective Date

Select an image...

Document Number	Revisi...	Name	Type	State	Native File [...]	Vi
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Preliminary	09. Lanzador.SLD...	

En la ventana de creación del nuevo ítem, se aprecian elementos de información ya explicados y ejecutados en la creación de ítems anteriores. A continuación se describen los elementos empleados en la imagen anterior para la creación de un ítem parte.

Document Number: Número de identificación del ítem mostrado en la imagen es **POP-07**.

Revision: Elemento de referencia para el control de versiones. Una vez completada la información y creado el documento, se le asignará una revisión **A** por defecto, la cual representa un documento sin modificaciones, a medida que un documento sea modificado, su revisión irá cambiando de acuerdo al orden de letras del abecedario.

State: Estado en el que se encuentra el documento dentro de Aras Innovator. Una vez creado el documento, este se le asignará el estado **Preliminary** por defecto.

Name: Nombre del ítem mostrado en la imagen es **Lanzador de Bolas**.

Type: En Aras Innovator las partes pueden clasificarse en varios tipos, las cuales van desde ensambles, componentes, materiales o software. La nueva parte creada y mostrada en la imagen es de tipo **Component**.

Unit: Describe las unidades de medida de la parte que se está creando. En la imagen la unidad de medida seleccionada son los milímetros **MM**.

Make/Buy: Este elemento es importante pues define si la parte creada en Aras Innovator debe ser manufacturada o puede ser comprada a un tercero. En la imagen la parte creada dentro de Aras Innovator debe ser manufacturada, representada por el elemento **Make**.

Cost: Describe el costo unitario de la parte creada dentro de Aras Innovator.

Assigned Creator: Este elemento representa la identidad usuario encargada de crear el documento. El creador asignado del ítem mostrado en la imagen es el **Estudiante MAC09**.

Designated User: EL usuario designado es el encargado de supervisar el documento. El usuario designado al ítem mostrado en la imagen es la identidad **All Employees**.

Effective Date: La fecha efectiva representa la fecha en la cual el documento podrá ser utilizado. Sirve como un elemento de seguridad y control de documentos. En la creación de esta parte el elemento se ha dejado en blanco. Así mismo la creación de partes o ensambles dentro de Aras Innovator permiten la asociación de varios tipos de archivos que permitan detallar lo mejor posible dicha parte o ensamble. Varios tipos de documentos y archivos CAD pueden ser asociados a una parte. Para el desarrollo del proyecto POP (Estudio de Caso) cada parte creada dentro del ambiente PLM fue asociada a un documento CAD que aportara las propiedades del objeto. Para agregar un documento CAD a una parte es necesario acceder a la sección **CAD Documents**, y dando clic al botón **New Relationship** se puede buscar y asociar el documento CAD correspondiente. En la imagen siguiente se aprecia la asociación del documento **CAD-POP-07**, el cual representa el archivo CAD del **Lanzador de Bolas** junto a otros elementos que permiten identificar el documento, como la revisión en la cual se encuentra el documento CAD, el tipo de parte, el estado en el cual se encuentra el ítem y el archivo nativo que se ha asociado al documento CAD.

Imagen 68. Ítems en la Sección CAD Documents

Document Number	Revisi...	Name	Type	State	Native File [...]	Vi
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Preliminary	09_Lanzador.SLD...	

Una vez completada la información requerida, se guarda esta información y luego se libera el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**, el cual es el ícono de **Visto** de color verde.

En la medida que más partes sean creadas y almacenadas en la base de datos de Aras Innovator, se podrá acceder a dichas partes realizando una búsqueda en el elemento **Parts** de la sección **Design**. A continuación se muestran las partes creadas en el desarrollo del proyecto POP (Estudio de Caso).

Imagen 69. Partes del Proyecto POP

The screenshot displays the Aras Innovator software interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Search, Actions, Reports, Tools, and Help. The left sidebar shows a navigation tree with categories like Administration, Change Management, Dashboards, Design, Documents, My Innovator, Portfolio, Sourcing, and Templates. The 'Design' section is expanded to show 'Parts'. The main area shows a table of parts with the following data:

Part Number	Revision	Name	Type	State	Cost	Changes
P404-0011	A	Pickup Roller	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-00	A	Prueba	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-01	A	Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-02	A	Soportes de Mesa	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-03	A	Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-04	A	Soporte de Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-05	B	Asa Ergonómica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-06	A	Tubo de Lanzador	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-07	A	Lanzador de Bolas	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-09	A	Borde Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-10	A	Zona de Anotación	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-1000	B	POP Ensamble	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-11	A	Triángulo de Soporte	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12	A	Aletas Direccionamiento IZQ	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12.1	A	Aletas Direccionamiento DER	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-13	A	Conector Eléctrico	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-14	A	Zona Botones y Leva	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-16	A	Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-17	A	Borde Superior	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-18	A	Leva de Giro	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-19	A	Arduino UNO	Assembly	Preliminary		<input type="checkbox"/>

e. Creación de listas de materiales y BOM Structures

Una de las funciones que facilitan el desarrollo de proyectos y el trabajo colaborativo en Aras Innovator es la creación de listas de materiales, esto es posible en las secciones **BOM** y **BOM Structure** que se encuentran dentro de cada ítem **Part** almacenada en el ambiente PLM. Gracias a la asociación de ítems que Aras Innovator ofrece, es posible asociar varias partes entre sí para conformar listas de materiales, sin importar el tipo de clasificación de cada ítem o la cantidad de ítems asociados. Recordemos que los ítems **Part** pueden clasificarse en **Materiales** (Representado por el elemento **Material**), **Ensamblado** (Representado

por el elemento **Assembly**), **Componente** (Representado por el elemento **Component**) y **Software**.

Para crear la lista de materiales de un ítem **Part** en específico se debe ingresar a la ventana principal de dicho ítem, seleccionar la sección **BOM** para luego dar clic en el botón **New Relationship**. Luego emergerá una ventana de búsqueda donde podremos navegar entre los ítems **Part** de Aras Innovator y encontrar el ítem que vamos a asociar. Al seleccionar el ítem Aras Innovator creará automáticamente la asociación, y este ítem será agregado a la lista de materiales.

Imagen 70. POP Ensamble y su Sección BOM

Part

Created By: Estudiante MAC09
 Created On: 2/7/2016
 Modified By: Estudiante MAC09
 Modified On: 2/7/2016
 Locked By: Estudiante MAC09
 Major Rev: A
 Release Date:
 Effective Date:
 Generation: 1
 State: Preliminary

Part Number POP-1000 **Revision** A **State** Preliminary

Name POP Ensamble

Type Assembly **Unit** MM **Make / Buy** Make **Cost**

Long Description

Assigned Creator Estudiante MAC09
Designated User All Employees
Effective Date

Changes Pending


BOM Structure

Sequence	Part Number	Revision	Name	Type	Quantity	State	Unit
1	POP-100	A	Ensamble Zona Eléctrica	Assembly	1	Preliminary	MM
2	POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Assembly	1	Preliminary	MM

La sección **BOM Structure** permite desglosar cada ítem de la lista de materiales **BOM** en sus elementos individuales. En la anterior imagen se aprecia el ítem part de nombre **POP Ensamble**, el cual posee los ítems **POP-100** y **POP-101** asociados a su BOM. Ambos ítems son de tipo ensamblado. Si se accede al **BOM Structure**, como se muestra en la siguiente imagen, se evidencia la estructura de ítems que conforman los ensambles POP-100 y POP-101.

Imagen 71. POP Ensamble y su Sección BOM Structure

Part



Created By: Estudiante MAC09
Created On: 2/7/2016
Modified By: Estudiante MAC09

Part Number: POP-1000
Revision: A
State: Preliminary

Name: POP Ensamble

Type: Assembly
Unit: MM
Make / Buy: Make

Assigned Creator: Estudiante MAC09
Designated User: All Employees
Effective Date:

BOM | **BOM Structure** | Alternates | AML | Documents | CAD Documents | Goals | Changes | Part Submission Warrants

Part Number	Revision	State	Sequence	Quantity	Locked By	Name
POP-100	A	Preliminary	1	1		Ensamble Zona Eléctrica
POP-19	A	Preliminary	1	1		Arduino UNO
POP-03	A	Preliminary	2	1		Botones
POP-04	A	Preliminary	3	1		Soporte de Botones
POP-05	A	Preliminary	4	1		Asa
POP-06	A	Preliminary	5	1		Tubo de Lanzador
POP-07	A	Preliminary	6	1		Lanzador de Bolas
POP-18	A	Preliminary	7	1		Leva de Giro
POP-17	A	Preliminary	8	1		Borde Superior
POP-16	A	Preliminary	9	1		Zona Eléctrica
POP-15	A	Preliminary	10	1		Tapa de Zona Eléctrica
POP-101	A	Preliminary	2	1		Ensamble Zona Estructural
POP-01	A	Preliminary	1	1		Base
POP-02	A	Preliminary	2	1		Soportes de Mesa
POP-08	A	Preliminary	3	1		Triángulo Zona de Juego
POP-09	A	Preliminary	4	1		Borde Base
POP-10	A	Preliminary	5	1		Zona de Anotación
POP-11	A	Preliminary	6	1		Triángulo de Soporte
POP-12	A	Preliminary	7	1		Aletas Direccionamiento IZQ
POP-12.1	A	Preliminary	8	1		Aletas Direccionamiento DER
POP-13	A	Preliminary	9	1		Conector Eléctrico
POP-17	A	Preliminary	10	1		Borde Superior

Una vez creadas todas las partes del producto POP en archivos CAD, asociados a CAD Documents en Aras Innovator, asociados a ítems Part y creada su lista de materiales, el **Estudiante MAC09** asoció todas las partes de POP a la actividad **07. Modelado de Componentes** para así dar por terminada la actividad. De igual manera los ítems relacionados a materiales fueron asociados a la actividad **08. Lista de Materiales**.

Imagen 72. Ítems Asociados a Actividad 08. Lista de Materiales

Assignments Time Record Deliverables Comm

Actions Pick Related

ItemType	Keyed Name
Part	POP-14
Part	POP-15
Part	POP-16
Part	POP-17
Part	POP-18
Part	POP-19
Part	POP-100
Part	POP-101
Part	POP-1000

En este punto el desarrollo del proyecto POP (Estudio de Caso) se muestra de la siguiente manera en Aras Innovator.

Imagen 73. Desarrollo proyecto POP (Estudio de Caso)

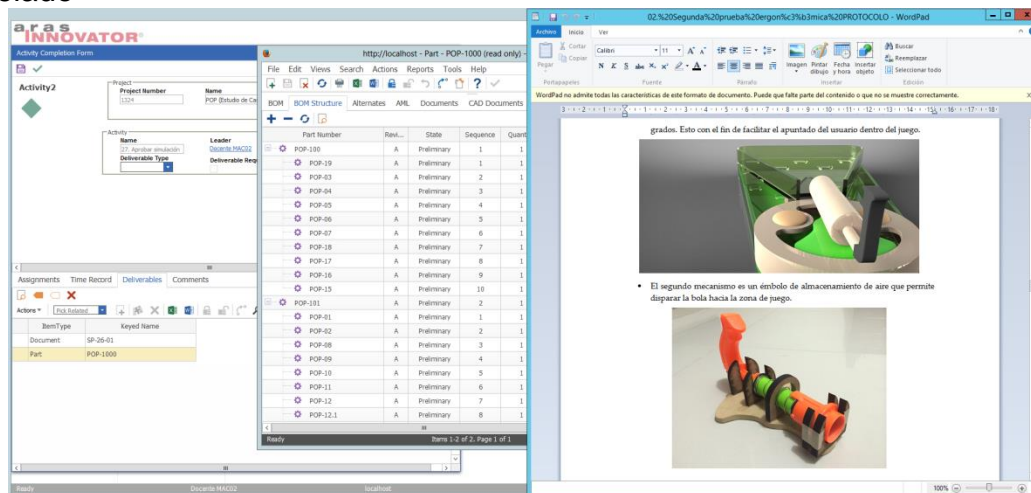
Project Plan Team Deliverables Parts

View Saved searches: Actions

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		15			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(DP) Diseño Producto		22			2/5/2016	2/8/2016	4		
1	01. Benchmarking		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
2	02. Interacción Detalle: Usuario Final - Producto		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-02-01
3	03. Lista Deseos de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-03-01
4	04. Desarrollo Ideas & Conceptos		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
5	05. Concepto Final de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-05-01
6	06. Aprobación Diseño Concepto		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	Multiple
7	07. Modelado Componentes		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
8	08. Lista Materiales		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
9	09. Acabados Finales y Tolerancias		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
10	10. Planos Técnicos		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
11	11. Especificación Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
12	12. Aprobación Diseño Detalle		0	Docente MA...	Manager	2/8/2016	2/8/2016	0	0	
13	13. Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
14	14. Procedimientos y Ambiente		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
15	15. Desarrollo Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
	(SP) Simulación de Conceptos		100			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(SP) Simulación Modelado Concepto Final		0			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(SP) Simulación Diseño Detalle		0			2/5/2016	2/8/2016	4		

La siguiente actividad a desarrollar fue la **Simulación de Modelado de Concepto Final**. Debido a que el desarrollo de esta actividad requiere de procesos de Simulación de Producto (SP), se basaron sus actividades del área de Simulación de Producto del MV PLM EDIUIS. Este proceso está a cargo del **Estudiante MAC13**, bajo el rol **Quality**. Durante el desarrollo de POP en el taller proyectual Diseño VIII, el modelo POP fue sometido a simulaciones técnicas y ergonómicas. Los resultados de dichas pruebas fueron evaluados bajo los requerimientos del proyecto para validar que el modelo y sus componentes cumplieran dichos requerimientos. Parte de la información obtenida en las pruebas fue la información empleada para ejecutar las actividades dentro de esta área de simulación del proyecto POP (Estudio de Caso). Durante la actividad de Simulación de Modelado de Concepto Final, la información fue asociada a ítems entregables en cada actividad, y el **Docente MAC02** procedió a supervisar los ítems generados a través de la actividad milestone **27. Aprobación Simulación de Modelado**.

Imagen 74. Documentos de Actividad Milestone 27. Aprobar Simulación de Modelado



Durante la supervisión de ítems en esta actividad, la identidad **Docente MAC02** consideró que el ítem **POP-05**, de nombre Asa, no cumplía con los requerimientos del proyecto POP, pues la simulación dejó en evidencia que este componente presentaba incomodidad al ser usado por el usuario final durante la interacción con el producto. El Docente MAC02 creó el ítem documento **SP-27-01** en el cual aconsejaba a los integrantes de la identidad Estudiante un rediseño del ítem POP-05, que tuviera en cuenta factores ergonómicos en su diseño para mejorar la comodidad al usar el componente. De igual forma el **Docente MAC05** creó un reporte de problema, mediante el cual deja en constancia la incomodidad del ítem POP-05 al ser usado. Un reporte de problema se representa en Aras Innovator con el ítem Problem Report (RP), elemento previamente mencionado en el MV PLM EDIUIS, que hace parte del área de Gestión de Configuración y Cambios (CM) y permite reportar problemas dentro de un ítem. Una vez creado el PR por el

Docente MAC02, fue asociado como ítem entregable dentro de la actividad milestone 27. Aprobar Simulación de Modelado.

Imagen 75. Actividad Milestone 27. Aprobación Simulación de Modelado

The screenshot shows the 'Activity2' details in Aras Innovator. The 'Project' section includes Project Number 1324, Name POP (Estudio de Caso), and Project Manager Docente MAC02. The 'Activity' section includes Name 27. Aprobar simulación, Leader Docente MAC02, Rollup Work Estimate 0, Rollup Act 2/7/2016, Deliverable Type (dropdown), Deliverable Required (checkbox), Due Date 2/8/2016, and Rollup Per (dropdown).

Below the activity details is a table with tabs for Assignments, Time Record, Deliverables, and Comments. The 'Deliverables' tab is active, showing a table with the following data:

Item Type	Keyed Name
Document	SP-26-01
Part	POP-1000
Document	SP-27-01
PR	PR-100002

f. Gestión de Configuración y Cambios

Existen varios elementos dentro de la Gestión de Configuración y Cambios (CM) en Aras Innovator que permiten gestionar los ítems de proyectos dentro del ambiente PLM, pero en el desarrollo del proyecto POP (Estudio de Caso) solo se emplearon los elementos que conforman el CM en el Modelo de Visualización PLM de la EDIUIS, el Reporte de Problema, representado en Aras Innovator por el elemento **PR (Problem Report)**, la Solicitud de Cambio de Ingeniería, representado por el elemento **ECR (Engineering Change Request)** y la Notificación de Cambio de Ingeniería, representado por el elemento **ECN (Engineering Change Notice)**.

Durante el desarrollo del proyecto POP, el **Docente MAC02** creó un **PR** para reportar un problema de incomodidad en ítem **POP-05** al ser usado por el usuario final durante las simulaciones realizadas a dicho componente. Recordemos que un PR es creado para notificar un posible problema dentro de algún ítem del ambiente PLM. El PR agrupa una serie de actividades a ejecutar con el fin de analizar el posible problema en dicho ítem y verificar si el problema existe. Al desarrollar el flujo de trabajo de un PR y verificar la existencia del problema en el ítem, se puede dar lugar a la creación de un ECR para continuar con el proceso de configuración y cambios en el ítem.

Para crear un PR se accede a la sección **Change Management** de la Tabla de Contenidos, dar clic derecho al elemento **PRs** y seleccionar la opción **New PR**.

Imagen 76. Nuevo PR

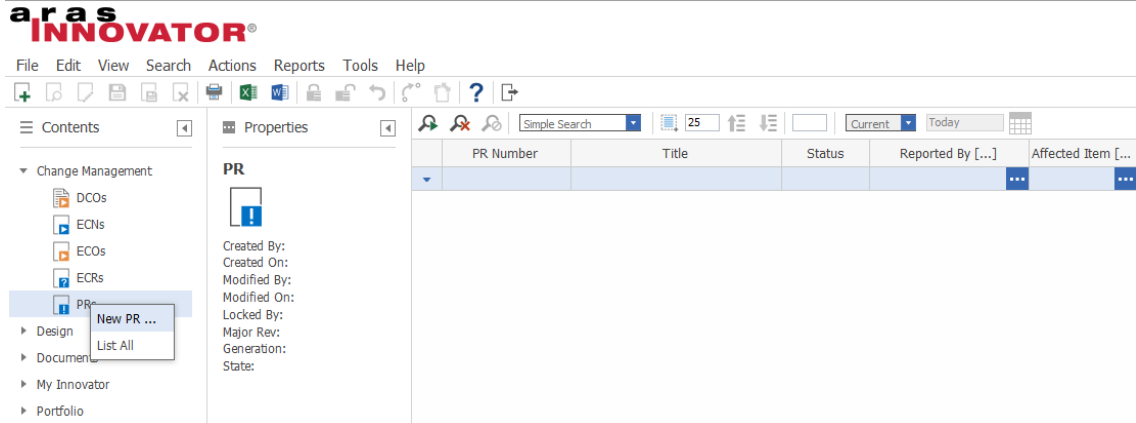
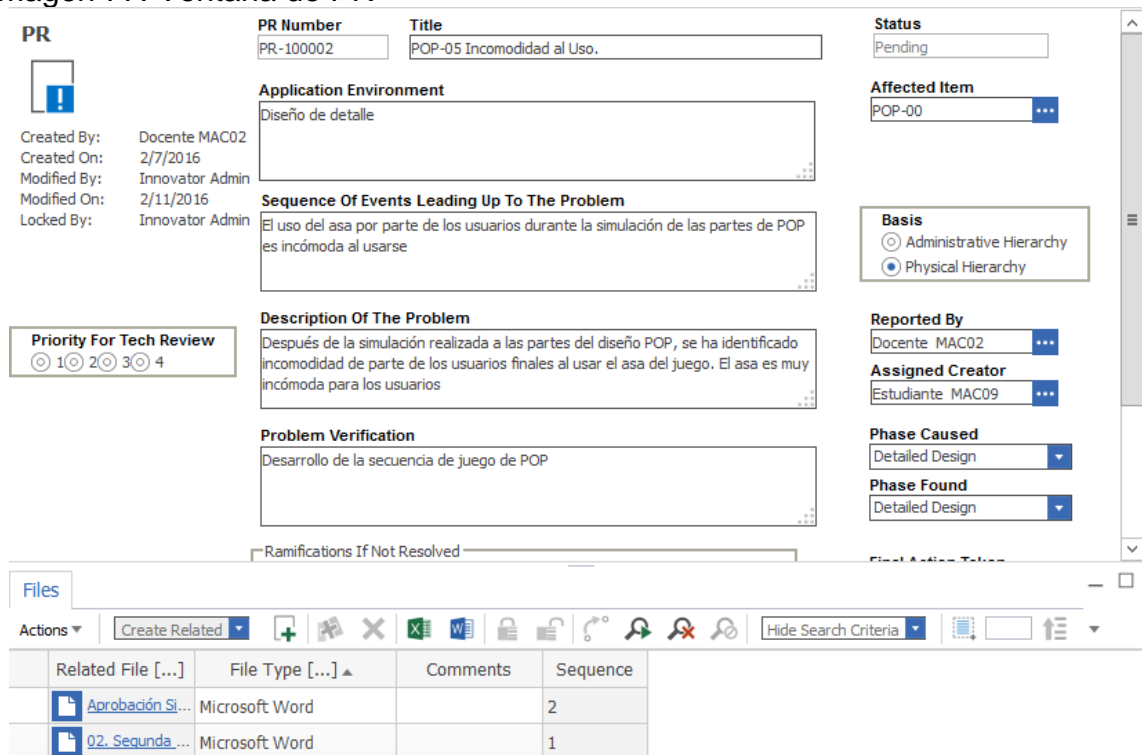


Imagen 77. Ventana de PR



Al seleccionar la opción New PR emerge una ventana con el formato de un reporte de problema, en el cual existen varios elementos de información para completar, y que ayudan a identificar e interpretar el problema que se desea reportar. A continuación se analizarán estos elementos de información.

PR Number: Corresponde al número de identificación del PR. Este número es asignado automáticamente por el servidor de Aras Innovator, por esta razón se muestra el elemento **Server Assigned**.

Title: Nombre del PR. El nombre del PR creado por el Docente MAC02 es **POP-05 Incomodidad al Uso**.

Status: Representa el estado en el cual se encuentra el PR. Una vez que sea creado el PR el estado se actualizará a Enviado, el cual se representa por el elemento **Submitted**. Durante el desarrollo del flujo de trabajo del PR, este irá cambiando por los diferentes estados del flujo de trabajo.

Application Environment: Espacio donde se describe el ambiente en donde se ha encontrado el problema.

Sequence Of Events Leading Up To The Problem: Espacio donde se describe la secuencia de eventos que llevan al problema.

Description Of The Problem: Espacio donde se describe formalmente el tipo de problema.

Problem Verification: Espacio donde se describe si el problema ha sido verificado.

Priority For Tech Review: Elemento que permite asignar un nivel de prioridad para la revisión técnica del PR.

Affected Item: Elemento que permite seleccionar el ítem sobre el cual se está generando el PR. El elemento afectado en este PR es el **POP-05**.

Basis: Representa el tipo de proceso que está siendo afectado por el PR. En este PR la base seleccionada es la Jerarquía Física, representada por el elemento **Physical Hierarchy**.

Reported By: Representa la identidad que ha reportado el PR. Este PR fue reportado por el **Docente MAC02** pues el identificó el problema y creó el PR. Dentro de los valores por defecto en Aras Innovator, cualquier identidad puede crear un PR, pero esto puede ser modificado por el administrador del ambiente PLM.

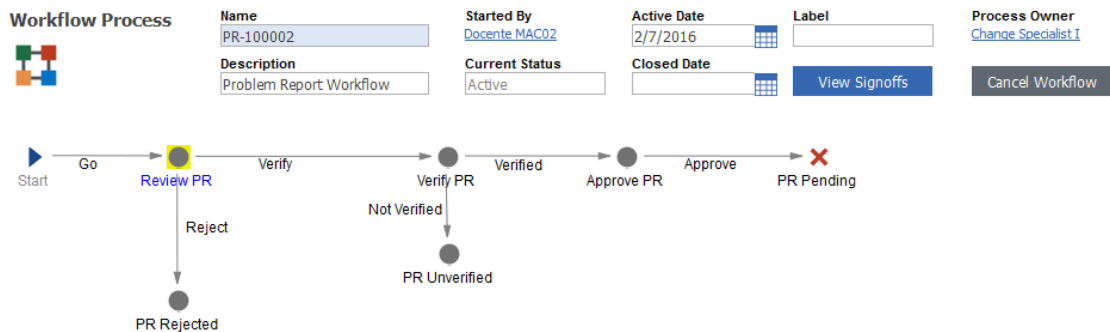
Assigned Creator: Representa la identidad que se encargará de supervisar y llevar a cabo el PR. En este caso la identidad asignada es el **Estudiante MAC09**.

Phase Caused: Representa la fase que está siendo afectada por este problema dentro del ciclo de vida del producto. En este PR la fase afectada es el Diseño de Detalle, representada por el elemento **Detailed Design**.

Phase Found: Representa la fase en la cual fue encontrado el problema. En este PR la fase donde se encontró el problema es el Diseño de Detalle, representada por el elemento **Detailed Design**.

No es necesario completar todos los datos solicitados dentro de la ventana PR, en la medida que el flujo de trabajo de un PR se desarrolle, se irán obteniendo los datos como la verificación del problema, descripción del problema, secuencia de eventos que llevan al problema. Una vez creado el ítem PR se guarda la información y se libera el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**, el cual es el ícono de **Visto** de color verde. En este punto, el PR comenzará el desarrollo de las actividades en su flujo de trabajo, cada actividad está asignada a una identidad dentro del Grupo de Gestión de Cambio (CMG). Este flujo de trabajo es el mismo flujo empleado en el MV PLM EDIUIS.

Imagen 78. Flujo de Trabajo de un PR



Recordemos que el Grupo de Gestión de Cambio (CMG) es una identidad grupal dentro de Aras Innovator, conformada por 3 identidades grupales, el Especialista de Cambios I (CSI), Especialista de Cambios II (CSII) y el Especialista de Cambios III (CSIII). Para el desarrollo del proyecto POP las identidades **Docente MAC02**, **Estudiante MAC09** y **Estudiante MAC13** fueron asociadas a las identidades grupales **CSI**, **CSII** y **CSIII**. De esta manera se pueden delegar las actividades entre los usuarios dentro del proyecto POP.

Imagen 79. In Basket de Actividades

Type	Source Item	Activity	Start Date	Due Date	Status	Assigned To	Instructions	Work Item	My Assignment
Workflow Task	PR-100002	Review PR	2/7/2016	2/7/2016	Active	Change Specialist I	Please Review the Problem Report	PR-100002	1
Project Task	1324 POP Subido	14. Procedimientos y Ambiente	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	12. Aprobación Diseño Detalle	2/8/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	33. Aprobar Simulación	2/8/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	11. Especificación Manufactura	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	13. Plan Manufactura	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	10. Planos Técnicos	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	09. Acabados Finales y Tolerancias	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			
Project Task	1324 POP Subido	15. Desarrollo Plan Manufactura	2/5/2016	2/8/2016	Active	Estudiante MAC09			

Una vez que el PR ha sido creado en el ambiente PLM, las actividades correspondientes a su flujo de trabajo serán asignadas a las identidades

respectivas. Una vez el Docente MAC09 creó el PR en el ambiente PLM, la siguiente actividad dentro del flujo de trabajo fue asignada a la identidad CSI. Dado que el Docente MAC02 hace parte del CSI y fue quién creó el RP, le fue asignada la actividad de **revisión del PR**, representada con el nombre **Review PR**. Las actividades de gestión de cambios se asignan a las identidades en la sección **In Basket** de Aras Innovator y se representan por un cuadrado de color naranja.

Imagen 80. Ventana Actividad de Revisión de PR

Workflow Activity Completion

Workflow: PR-100002
Activity: Review PR

Sequence	Required	Description	Complete
3	<input type="checkbox"/>	Assign a Creator for the PR	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	Vote "Reject" to reject the PR outright or "Verify" to send it for ve...	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote

Vote: Verify Delegate to: ...

Comments:

Authentication

Password: E-Signature:

Complete Save Changes Cancel

Dentro de la ventana de actividad se puede apreciar las tareas a realizar al igual que el flujo de trabajo y el tipo de actividad que se está desarrollando. Existe un elemento de votación representado por el elemento **Vote**, dentro del cual se puede delegar la actividad a otras identidades dentro del proyecto o votar a favor o en contra de la aprobación del PR. El último elemento es de autenticación de identidad, representado por el elemento **Authentication**. Habrá usuarios con actividades delegadas de un PR los cuales deberán autenticar su identidad a través de su contraseña de ingreso al sistema. Una vez se han realizado las tareas dentro de la actividad, y se ha votado a favor del desarrollo del flujo de trabajo, se selecciona la opción **Complete**, con lo cual se dará por finalizada la actividad y automáticamente será asignada la siguiente actividad dentro del flujo de trabajo a la identidad correspondiente.

Las actividades desarrolladas por las identidades a cargo del PR, Docente MAC02 y Estudiante MAC09 fueron la verificación del PR y la aprobación del PR. Una vez que estas actividades del flujo de trabajo PR fueron realizadas, el PR pasó al

estado **Pendiente**, representado por el elemento **Pending**, con lo cual se validó la existencia del problema de incomodidad presente en el componente **POP-05** del proyecto, y se dio por finalizado el flujo de trabajo del PR.

Imagen 81. Ventana Actividad de Verificación de PR

The screenshot shows a window titled "Workflow Activity Completion" for workflow "PR-100002" and activity "Verify PR". It contains a "Tasks" table, a "Vote" section, and an "Authentication" section.

Sequence	Required	Description	Complete
2	<input type="checkbox"/>	Complete the Problem Verification, Phase Caused, Phase Found, R...	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Vote "Verified" to send the PR for approval or "Not Verified" if un...	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote
 Vote: Verified ▾ Delegate to: [text box] ...
 Comments: [text box]

Authentication
 Password: [text box] E-Signature: [text box]

Buttons: Complete, Save Changes, Cancel

Imagen 82. Ventana Actividad de Aprobación de PR

The screenshot shows a window titled "Workflow Activity Completion" for workflow "PR-100002" and activity "Approve PR". It contains a "Tasks" table, a "Vote" section, and an "Authentication" section.

Sequence	Required	Description	Complete
1	<input type="checkbox"/>	Check the PR for completeness	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Vote "Approve" to signify that the PR is complete and verified	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote
 Vote: Approve ▾ Delegate to: [text box] ...
 Comments: [text box]

Authentication
 Password: [text box] E-Signature: [text box]

Buttons: Complete, Save Changes, Cancel

Ya finalizado el flujo de trabajo del PR, se procedió con la creación de una **Solicitud de Cambio de Ingeniería (ECR)**, lo cual permite continuar el proceso

de gestión de cambios del ítem POP-05 y los archivos asociados al mismo. Para la creación de un ECR se da clic derecho al elemento **ECRs** dentro de la sección **Change Management** de la Tabla de Contenidos, y se selecciona la opción **New ECR**.

Imagen 83. Ventana de ECR

ECR

ECR Number: ECR-100002
 Title: Cambio de asa POP por diseño ergonómico
 Status: Released
 Source: Internal

Requested By: Docente MAC02

Proposed Solution: Existe una incomodidad durante el uso del modelo del asa POP en las simulaciones por parte de los usuarios. Es recomendable un REDISEÑO del asa bajo estándares ergonómicos.

Fast Track: Priority For Tech Review: 1 (selected) | Assigned Creator: Estudiante MAC09

Tech Review & Recommendation: Después de la revisión técnica y teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la simulación del objeto es evidente la falencia de la parte bajo estándares ergonómicos. Se recomienda un rediseño en su forma para hacer más cómodo el agarre del asa durante el desarrollo del juego.

Problem Status: Confirmed | Solution: Requestor Solution

Nonrecurring Cost Estimate: Less Than \$200

Affected Items:

PR Number	Title	Status	Reported By [...]	Affected Item [...]	Sequence
PR-100002	POP-05 Incomodidad al Uso.	Pending	Docente MAC02	POP-00	1

Recordemos que mediante un ECR, se puede solicitar formalmente el cambio de un ítem o conjunto de ítems en el ambiente PLM, y este ECR debe basarse en **reportes de problemas (PR)** bajo el estado **Pending** dentro de Aras Innovator. La información solicitada dentro de la ventana ECR se irá completando en la medida en que se desarrolle el flujo de trabajo ECR, sin embargo existe información que debe ser completada para la creación de un ECR. Esta información se describe a continuación.

ECR Number: Número de identificación de un ECR dentro del ambiente PLM, generalmente asignado por el servidor de Aras Innovator.

Title: Nombre de referencia del ECR. El nombre de referencia usado para el ECR creado en el proyecto POP fue **Cambio de Asa POP Por Diseño Ergonómico**.

Status: Representa el estado en el cual se encuentra el ECR. Una vez que sea creado el ECR el estado se actualizará a Enviado, el cual se representa por el elemento **Submitted**. Durante el desarrollo del flujo de trabajo del ECR, este irá cambiando por los diferentes estados del flujo de trabajo.

Requested By: Representa la identidad que ha creado la Solicitud de Cambio de Ingeniería (ECR). En este caso el **Docente MAC02**.

Source: Representa el origen de donde surgió el ECR, si proviene de una fuente interna al proyecto, como integrantes de los flujos de trabajo, o una fuente externa, como proveedores o usuarios. En el ECR creado en el proyecto POP, la fuente seleccionada es interna, representada por el elemento **Internal**.

Proposed Solution: Este espacio permite proponer una posible solución al problema por parte de la identidad que ha creado el ECR.

Assigned Creator: Representa la identidad que se encargará de supervisar y desarrollar actividades en el ECR. En este caso la identidad asignada es el **Estudiante MAC09**.

Priority For Tech Review: Elemento que permite asignar un nivel de prioridad para la revisión técnica del ECR.

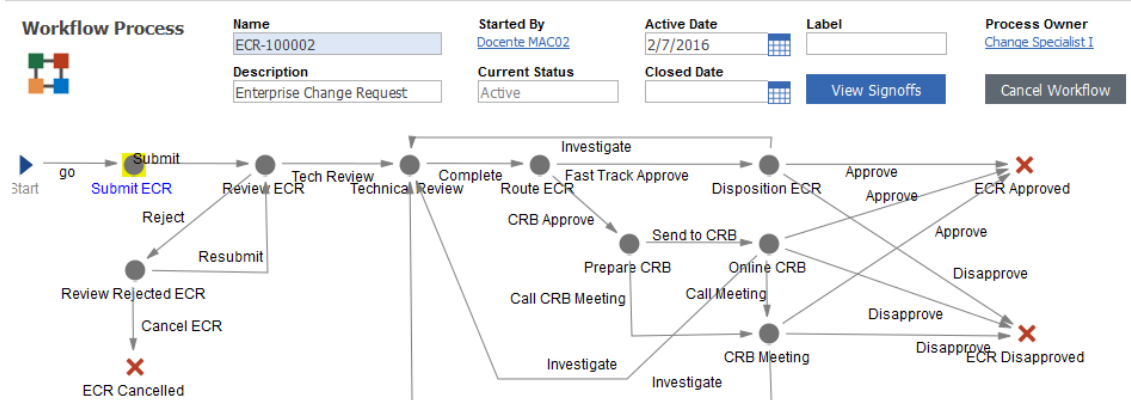
Fast Track: Elemento que permite identificar el camino del ECR durante el flujo de trabajo. Recordemos que el flujo de trabajo de un ECR posee dos rutas, una **ruta de vía rápida** y una ruta de **aprobación CRB**. Dependiendo de la **complejidad del ECR**, se puede seleccionar la ruta de vía rápida cuando el nivel de complejidad del ECR no es elevado. Si un ECR requiere de un mayor nivel de investigación y detalle dado su nivel de complejidad, esta casilla no es seleccionada y el ECR tomará la ruta de aprobación CRB. Estas rutas se encuentran analizadas en detalle dentro del MV PLM EDIUIS. El ECR creado en el proyecto POP tomó la ruta de vía rápida representada por el elemento **Fast Track**.

Tech Review & Recommendation: Este espacio es completado después de la actividad de revisión técnica ECR, la cual se encuentra dentro del flujo de trabajo ECR. En ella la identidad encargada de la revisión argumenta su punto de los ítems afectados por el ECR y de igual forma puede aprobar o desaprobar el ECR mediante la opción **Problem Status**. De igual manera puede proponer una solución a través de la opción **Solution**.

Dentro de la ventana ECR existe una sección llamada **PRs**. En esta es posible asignar los PRs que se relacionen con la solicitud de cambio de ingeniería. En el ECR creado dentro del proyecto POP, el PR asociado es el **PR-100002** de nombre **POP-05 Incomodidad al Uso**. También existe una sección dentro de la ventana ECR llamada **Affected Ítems**, dentro de la cual se pueden asociar los ítems afectados por el ECR, en este caso el ítem **POP-05**.

Una vez creado el ítem ECR se guarda la información y se libera el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**. En este momento el flujo de trabajo ECR comenzará a desarrollarse, asignando actividades a las identidades respectivas dentro de las identidades grupales CSI y CSII.

Imagen 84. Flujo de Trabajo ECR en Aras Innovator



En este punto del proyecto POP, las identidades del proyecto asignadas a CSI y CSII desarrollaron las actividades del ECR. Durante la actividad **Review ECR**, el Docente MAC02 desarrollo las tareas correspondientes a la actividad y votó a favor de una revisión técnica, a cargo del **Estudiante MAC09**.

Imagen 85. Actividad Review ECR

The screenshot shows the 'Workflow Activity Completion' window for 'Review ECR'. It includes a table of tasks, a 'Vote' section, and an 'Authentication' section.

Sequence	Required	Description	Complete
3	<input type="checkbox"/>	Review Affected Items, add additional if necessary	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Make sure the Assigned Creator is correct	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote: Tech Review (dropdown) Delegate to: [User Selection] (dropdown)

Comments: [Text Area]

Authentication: Password: [Text Field] E-Signature: [Text Field]

Buttons: Complete, Save Changes, Cancel

En la actividad **Technical Review**, el **Estudiante MAC09** delegó la actividad al **Estudiante MAC13**, encargado de las actividades del rol de gestión de calidad en el proyecto POP, para realizar la revisión técnica.

Imagen 86. Actividad Technical Review

Workflow Activity Completion

Workflow: ECR-100002
Activity: Technical Review

Sequence	Required	Description	Complete
1	<input type="checkbox"/>	Assess change impact	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Get input from other creators	<input type="checkbox"/>

Vote
Vote: Delegate Delegate to: Estudiante MAC13
Comments: Agrega información valiosa que aporte al impacto del cambio de esta parte en el desarrollo del producto.

Authentication
Password: E-Signature:

Una vez realizada la revisión técnica por parte del **Estudiante MAC13**, este votó **Complete** dentro de la actividad **Technical Review**, con lo cual daba por terminada la actividad, y actualizó el ECR con la información producida de la revisión técnica. Fue necesaria la autenticación de identidad por parte del Estudiante MAC13 para completar la actividad dado que esta actividad le fue delegada.

Imagen 87. Actividad Technical Review Completa por Estudiante MAC13

Workflow Activity Completion

Workflow: ECR-100002
Activity: Technical Review

Sequence	Required	Description	Complete
2	<input type="checkbox"/>	Get input from other creators	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Make technical recommendations	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote
Vote: Complete Delegate to:
Comments:

Authentication
Password: E-Signature:

Imagen 88. Actualización de ECR por parte de Estudiante MAC13

ECR

ECR Number: ECR-100002 Title: Cambio de asa POP por diseño ergonómico Status: In Review

Administrative Hierarchy Corrective Action Requested By: Docente MAC02
 Physical Hierarchy Product Improvement Source: Internal

Created By: Docente MAC02
 Created On: 2/7/2016
 Modified By: Estudiante MAC13
 Modified On: 2/7/2016
 Locked By: Estudiante MAC13

Proposed Solution
 Existe una incomodidad durante el uso del modelo de la asa POP en las simulaciones por parte de los usuarios. Es recomendable un REDISEÑO del asa bajo estándares ergonómicos.

Fast Track Priority For Tech Review: 1 2 3 4 Assigned Creator: Estudiante MAC09

Tech Review & Recommendation
 Después de la revisión técnica y teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la simulación del objeto es evidente la falencia de la parte bajo estándares ergonómicos. Se recomienda un rediseño en su forma para hacer más cómodo el agarre del asa durante el desarrollo del juego.

Problem Status: Confirmed
 Solution: Requestor Solution

La siguiente actividad a desarrollar en el flujo de trabajo ECR fue **Route ECR**, donde el **Estudiante MAC09** desarrolló las tareas asociadas a la actividad para determinar el tipo de ruta que el ECR debía tomar en el flujo de trabajo. La ruta escogida por el Estudiante MAC09 fue la ruta de vía rápida, representada por el elemento **Fast Track Approve**, en la opción de votación.

Imagen 89. Actividad Route ECR

Workflow Activity Completion

Workflow: ECR-100002
 Activity: Route ECR

Sequence	Required	Description	Complete
2	<input type="checkbox"/>	Prepare Cost Estimate	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Route the ECR	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote: Fast Track Approve Delegate to: [User Selection]

Comments: [Text Area]

Authentication: Password: [Field] E-Signature: [Field]

Complete Save Changes Cancel

La última actividad dentro del flujo de trabajo ECR, **Disposition ECR**, fue desarrollada por el **Estudiante MAC13**, el cual aprobó el ECR, y en consecuencia aprobando la solicitud de cambio de ingeniería, liberando el ECR.

Imagen 90. Actividad Disposition ECR

Workflow Activity Completion

Workflow: ECR-100002
Activity: Disposition ECR

Tasks

Sequence	Required	Description	Complete
1	<input type="checkbox"/>	Review ECR details	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Approve, disapprove or investigate further	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote

Vote: Approve Delegate to: ...

Comments: Considero acertado el ECR, se procederá con la modificación de la pieza a través de la creación de un ECN.

Authentication

Password: ... E-Signature: ...

Complete
Save Changes
Cancel

Una vez liberado el ECR, se puede proceder con el siguiente ítem del área de Gestión de Cambios, la **Notificación de Cambio de Ingeniería (ECN)**. A través de este ítem y su flujo de trabajo, es posible cambiar, modificar o eliminar uno o varios ítems dentro del ambiente PLM. El ECN creado en el proyecto POP por el **Docente MAC02** tuvo la finalidad de **modificar el ítem POP-05**, al igual que analizar el **impacto de dicho cambio del ítem en todo el BOM dentro del proyecto POP**. Las razones de este cambio fueron identificados por el reporte de problema **PR-100002** y analizadas en la solicitud de cambio de ingeniería **ECR-100002**.

Para crear un ECN se debe dar clic derecho en el elemento **ECNs**, dentro de la sección **Change Management** de la **Tabla de Contenidos**, y seleccionar la opción **New ECN**.

Imagen 91. Nuevo ECN

The screenshot shows the aras INNOVATOR software interface. The top menu bar includes File, Edit, View, Search, Actions, Reports, Tools, and Help. The left sidebar shows a tree view with 'Contents' expanded to 'Change Management', which contains 'DCOs', 'ECNs', and 'PRs'. The 'ECNs' folder is selected, and a context menu is open with the option 'New ECN ...' highlighted. The main window displays the 'Properties' tab for an 'ECN', showing a table with columns for ECN Number, Title, Priority, Status, and Release Date. Below the table, there are fields for 'Created By', 'Created On', 'Modified By', 'Modified On', and 'Locked By'.

Imagen 92. Ventana ECN

ECR Number	Title	Status	Fast Track	Priority	Change Type
ECR-100002	Cambio de asa POP por diseño erg...	Released	<input checked="" type="checkbox"/>	1	

Parte de la información solicitada dentro de la ventana ECN se irá completando en la medida en que se desarrolle el flujo de trabajo ECN, sin embargo existe información que debe ser completada para la creación de un ECN. Esta información se describe a continuación.

ECN Number: Número de identificación de un ECN dentro del ambiente PLM, generalmente asignado por el servidor de Aras Innovator.

Title: Nombre de referencia del ECN. El nombre de referencia usado para el ECN creado en el proyecto POP fue **Cambio de Asa POP Por Diseño Ergonómico**.

Status: Representa el estado en el cual se encuentra el ECN. Una vez que sea creado el ECN el estado se actualizará a **Nuevo**, el cual se representa por el elemento **New**. Durante el desarrollo del flujo de trabajo del ECN, este irá cambiando por los diferentes estados del flujo de trabajo.

Basis: Representa el tipo de proceso que está siendo afectado por el ECN. En este ECN la base seleccionada es la Jerarquía Física, representada por el elemento **Physical Hierarchy**.

Priority: Elemento que permite asignar un nivel de prioridad para la revisión técnica del ECN.

Assigned Creator: Representa la identidad que se encargará de supervisar y desarrollar actividades en el ECN. En este caso la identidad asignada es el **Estudiante MAC09**.

Effective Date: La fecha efectiva representa la fecha en la cual el documento podrá ser utilizado. Sirve como un elemento de seguridad y control de documentos. Este elemento se ha dejado en blanco dentro del ECN creado en el proyecto POP.

Description: Este elemento permite describir el proceso del ECN para la modificación de las partes afectadas.

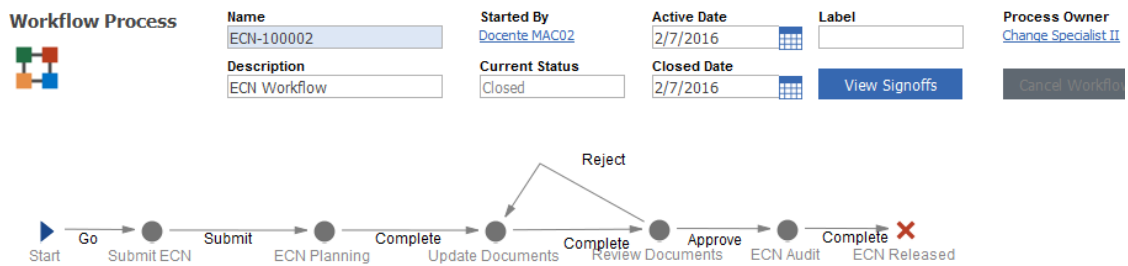
Dentro de la ventana ECN existe la sección **ECRs**, dentro de la cual se pueden asociar los ECRs de donde se basa la notificación de cambio de ingeniería. En el ECN creado dentro del proyecto POP se asoció el ECR-100002 Cambio de Asa POP Por Diseño Ergonómico. También existe la sección **Affected Items**, dentro de la cual se pueden asociar todos los ítems del BOM del proyecto impactados por el ECN. Es importante tener en cuenta el estado de los ítems durante el desarrollo de un proyecto. En la medida que los ítems dentro del proyecto POP fueron creados y asociados a una actividad, dichos ítems fueron promovidos de un estado preliminar (**Preliminary**), a un estado de liberación (**Released**), esto garantizó que los ítems no pudieran ser modificados después de finalizada una actividad. De esta manera en caso que un ítem necesitara ser cambiado, se seguirían los flujos de trabajo del área de Gestión de Configuración y Cambios (CM). De esta forma se preservó una mayor integridad de la información generada en el ambiente PLM y un mayor control en el desarrollo de proyectos. Los siguientes ítems fueron asociados al ECN dentro del proyecto POP.

Imagen 93. Ítems Del Proyecto POP Asociados Al ECN

Type	Action	Old Number [...]	Old Revisi...	Interchangea...	New Number [...]	New Revisi...	In Build	In Service
	Change	POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	CAD-POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	CAD-POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	CAD-POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>				

Una vez creado el ítem ECN se guardó la información y se liberó el documento dando clic en el ícono **Save & Unlock, Close**. A partir de este momento las actividades del flujo de trabajo ECN fueron asignadas a las identidades correspondientes.

Imagen 94. Flujo De Trabajo ECN



El flujo de trabajo evidencia las actividades desarrolladas para el ECN. Se realizó la actividad **Submit ECN**, donde se verificó la información del ECN.

Imagen 95. Actividad Submit ECN

Sequence	Required	Description	Complete
2	<input type="checkbox"/>	Ensure all Affected Items are attached	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Submit the ECN for implementation planning	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote: Submit (dropdown) Delegate to: (input field) ...

Comments: (input field)

Authentication: Password: (input field) E-Signature: (input field)

Buttons: Complete, Save Changes, Cancel

Durante la actividad **ECN Planning**, la identidad encargada realizó una planeación para el cambio de los ítems dentro del ECN, revisando todos los ítems que se vieron afectados dentro del proyecto POP. Una vez revisados los ítems, la identidad Estudiante MAC09 asoció 6 ítems al ECN dentro de la sección **Affected Items**, entre ellos los ítems **CAD-POP-05**, **CAD-POP-100**, **CAD-POP-1000**, los cuales son documentos CAD, y los ítems **POP-05**, **POP-100** y **POP-1000**, los cuales son partes. Recordemos que los ítems asociados a este ECN son ítems con un estado de liberación (**Released**), por tanto la única forma de modificarlos es a través de los flujos de trabajo dentro del área CM.

Imagen 96. Asociación de Ítems al ECN

Type	Action	Old Number [...]	Old Revisi...	Interchangea...	New Number [...]	New Revisi...	In Build	In Serv
	Change	CAD-POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	CAD-POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	CAD-POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Change	POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>				

Una vez fueron asociados los respectivos ítems al ECN y se desarrollaron las demás tareas dentro de la actividad de planeación **ECN Planning**, esta se dio por terminada.

Imagen 97. Actividad ECN Planning

Sequence	Required	Description	Complete
2	<input type="checkbox"/>	Set the effectivity date	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Vote "Complete" to complete the planning	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote: Complete Delegate to:

Comments:

Authentication
 Password: E-Signature:

Complete Save Changes Cancel

Al darse por completada la actividad **ECN Planning**, Aras Innovator automáticamente comienza el proceso de actualización de los ítems afectados por el ECN. Recordemos que Aras Innovator permite mantener la integridad de los ítems a través de dos conceptos denominados **Revisión** y **Estado**. El concepto Revisión, representado por el elemento **Revision** dentro de Aras Innovator, permite identificar la versión de modificación en la cual se encuentra un ítem. Los ítems por defecto al ser creados dentro del sistema, les son asignados la letra A en el elemento **Revision**, y en la medida que estos ítems vayan siendo modificados, se les asignará la siguiente letra del abecedario, por ende si un ítem con la letra A dentro del elemento **Revision** es modificado, al terminar la modificación, se le asignará la letra B. El concepto de **Estado**, representado por el elemento **Status** permite ver el estado en el cual se encuentra un ítem dentro de Aras Innovator. Cuando un ítem es creado en el sistema, el **Status** asignado por defecto es **Preliminary**. Una vez dicho ítem alcanza un nivel de desarrollo acorde a las necesidades de un proyecto, dicho ítem es promovido de **Preliminary** a **Released**. De igual forma cuando dicho ítem entra en un estado de modificación dentro de un ECN, pasa del estado **Released** al estado **Preliminary**.

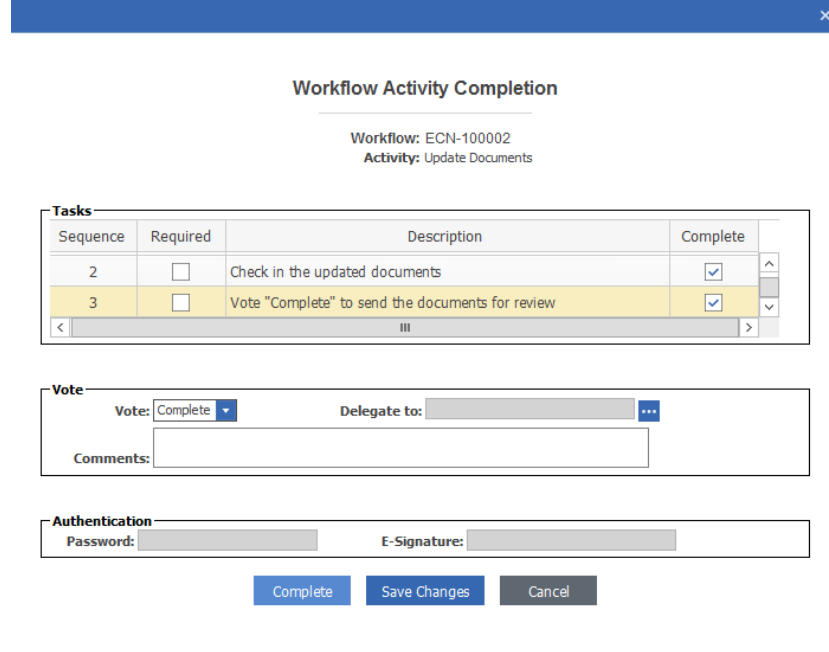
Imagen 98. Sección Affected Items dentro del ECN

Type	Action	Old Number [...]	Old Revisi...	Interchangea...	New Number [...]	New Revisi...	In Build	In Service
	Change	CAD-POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>	CAD-POP-05	B		
	Change	CAD-POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>	CAD-POP-100	B		
	Change	CAD-POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>	CAD-POP-1000	B		
	Change	POP-05	A	<input checked="" type="checkbox"/>	POP-05	B		
	Change	POP-100	A	<input checked="" type="checkbox"/>	POP-100	B		
	Change	POP-1000	A	<input checked="" type="checkbox"/>	POP-1000	B		

En la sección **Affected Items** dentro del ECN creado en el proyecto POP se puede apreciar que los ítems afectados durante el proceso de cambio mantuvieron el mismo número de referencia pero el elemento **Revision** fue cambiado de A a B, determinando que serían los mismos ítems pero habría una modificación en la información contenida dentro de los mismos.

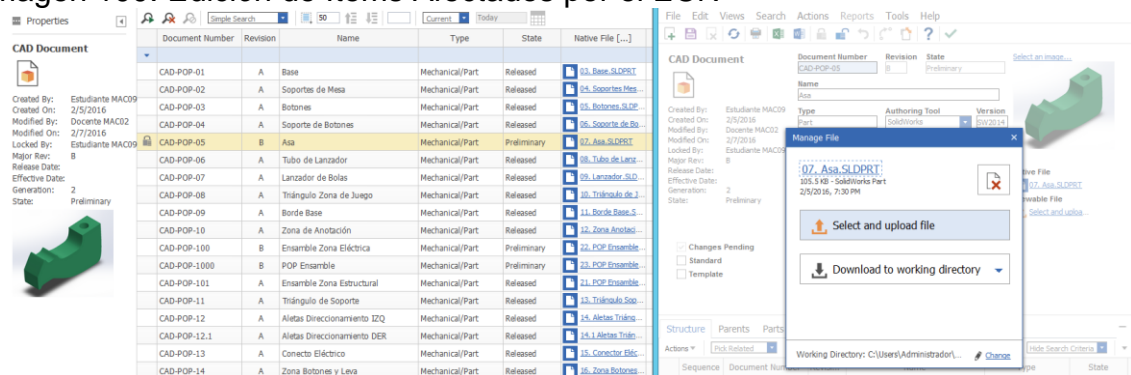
La siguiente actividad dentro del flujo de trabajo ECN fue la actualización de documentos, o **Update Documents** por su nombre en inglés. Dentro de esta actividad el **Estudiante MAC09** fue el encargado de modificar la información dentro de los ítems afectados en del ECN.

Imagen 99. Actividad Update Documents



Para actualizar información o archivos de los ítems durante esta actividad, se debe verificar que los ítems se encuentren en el estado **Preliminary**, de esta forma el archivo podrá ser editado por la identidad asignada a la actividad **Update Documents**. Luego se da clic derecho al ítem y se selecciona la opción **Edit**, donde emergerá la ventana de dicho ítem y su información podrá ser editada. A continuación se aprecia la ventana de edición del ítem **CAD-POP-05**, el cual representa el Asa del proyecto POP que será modificada.

Imagen 100. Edición de Ítems Afectados por el ECN



Una vez el **Estudiante MAC09** accedió a la ventana de edición del ítem **CAD-POP-05**, seleccionó el archivo nativo del ítem, representado por el elemento **Native File**, y emergió la ventana **Manage File**. Dentro de esta ventana se aprecia información del archivo nativo, como el nombre del archivo, la extensión de dicho archivo, y dos opciones de gestión del archivo las cuales son la opción de subir un

nuevo archivo y reemplazar el archivo existente dentro del ítem, representada por el elemento **Select And Upload File**, y la opción de descarga del ítem a la máquina física, representada por el elemento **Download To Working Directory**. Para reemplazar el archivo binario asociado al ítem **POP-05**, el **Estudiante MAC09** seleccionó la opción **Select And Upload File**, y luego reemplazó el archivo binario, el cual contenía la versión rediseñada del Asa.

Imagen 101. Ítem POP-05 Actualizado

The screenshot shows the CAD system interface. On the left, there is a 'Properties' pane for the selected 'CAD Document'. The main area displays a table of CAD documents, with 'CAD-POP-05' highlighted. On the right, a detailed view of 'CAD-POP-05' is shown, including its name, type, state, and description.

Document Number	Revision	Name	Type	State	Native File [...]
CAD-POP-01	A	Base	Mechanical/Part	Released	01_Base.SLDPRT
CAD-POP-02	A	Soportes de Mesa	Mechanical/Part	Released	02_Soportes Mes...
CAD-POP-03	A	Botones	Mechanical/Part	Released	03_Botones.SLDP...
CAD-POP-04	A	Soporte de Botones	Mechanical/Part	Released	04_Soporte de Bo...
CAD-POP-05	B	Asa	Mechanical/Part	Preliminary	07_Asa.SLDPRT
CAD-POP-06	A	Tubo de Lanzador	Mechanical/Part	Released	06_Tubo de Lanz...
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Released	07_Lanzador.SLD...
CAD-POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Mechanical/Part	Released	08_Triángulo de J...
CAD-POP-09	A	Borde Base	Mechanical/Part	Released	09_Borde Base.S...
CAD-POP-10	A	Zona de Anotación	Mechanical/Part	Released	10_Zona Anotaci...
CAD-POP-1000	B	Ensamble Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Preliminary	10_POP Ensamble...
CAD-POP-1000	B	POP Ensamble	Mechanical/Part	Preliminary	10_POP Ensamble...
CAD-POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Mechanical/Part	Released	11_POP Ensamble...
CAD-POP-11	A	Triángulo de Soporte	Mechanical/Part	Released	11_Triángulo So...

Una vez actualizado el ítem **CAD-POP-05**, el **Estudiante MAC09** modificó los demás archivos afectados dentro del ECN. En la siguiente imagen se puede apreciar el ítem **Part POP-05**, el cual fue actualizado automáticamente pues este ítem se encontraba asociado al **CAD Document CAD-POP-05**. Al actualizarse este ítem CAD, Aras Innovator actualiza de manera automática todos los ítems asociados a la pieza **CAD-POP-05**, reflejando la nueva información contenida dentro del mismo.

Imagen 102. Ítem POP-05 Actualizado

The screenshot shows the 'Part' details view for 'POP-05'. It includes a gear icon, a list of metadata (Created By, Modified By, etc.), and a 3D model of the part. The 'Part' details are as follows:

Part Number	Revision	State
POP-05	B	Preliminary

Additional fields include Name (Asa Ergonómica), Type (Component), Unit (MM), Make/Buy (Make), and Cost. The Long Description is 'Asa Normal'. The Assigned Creator is 'Estudiante MAC09' and the Designated User is 'All Employees'. The Effective Date is set to 2/7/2016. A 'Changes Pending' checkbox is checked.

Document Number	Revisi...	Name	Type	State	Native File [...]
CAD-POP-05	A	Asa	Mechanical/Part	In Change	07_Asa.SLDPRT

Una vez el **Estudiante MAC09** terminó la actividad **Update Documents**, comenzó a desarrollar la actividad **Review Documents**. En esta actividad el **Estudiante MAC09** debe completar las tareas de esta actividad para cerciorarse que los cambios realizados a los ítems afectados dentro del ECN fueron efectuados satisfactoriamente.

Imagen 103. Actividad Review Documents

Workflow Activity Completion

Workflow: ECN-100002
Activity: Review Documents

Tasks

Sequence	Required	Description	Complete
1	<input type="checkbox"/>	Review the documents to ensure the change has been implemented...	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Vote to either "Approve" or "Reject" the changes	<input checked="" type="checkbox"/>

Vote

Vote: Approve Delegate to: [...]

Comments:

Authentication

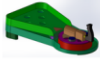
Password: E-Signature:

Complete
Save Changes
Cancel

Imagen 104. Ítem Part POP-1000 Actualizado

Part

Created By: Estudiante MAC09
Created On: 2/7/2016
Modified By: Estudiante MAC09
Modified On: 2/7/2016
Locked By: B
Major Rev: 8
Release Date: Effective Date:
Generation: 4
State: In Review

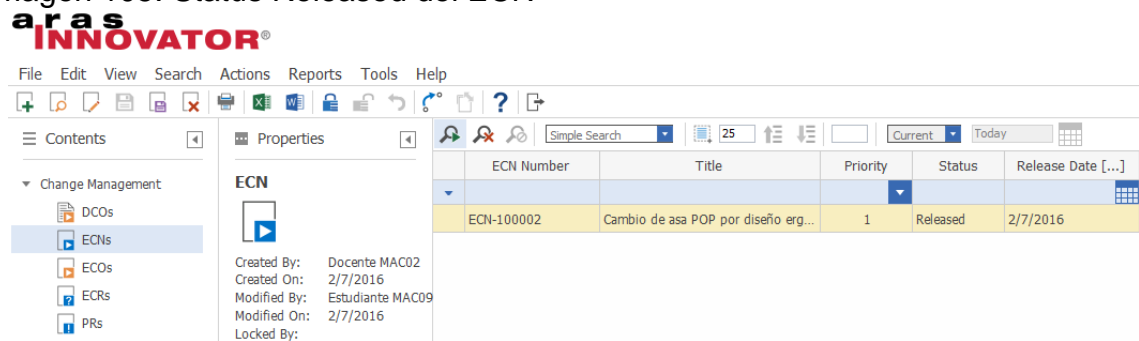


Part Number	Revision	Name	Type	State	Cost	Changes
P404-0011	A	Pickup Roller	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-00	A	Prueba	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-01	A	Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-02	A	Soportes de Mesa	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-03	A	Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-04	A	Soporte de Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-05	B	Asa Ergonómica	Component	In Review		<input checked="" type="checkbox"/>
POP-06	A	Tubo de Lanzador	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-07	A	Lanzador de Bolas	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-09	A	Borde Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-10	A	Zona de Anotación	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Assembly	In Review		<input checked="" type="checkbox"/>
POP-1000	B	POP Ensamble	Assembly	In Review		<input checked="" type="checkbox"/>
POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-11	A	Triángulo de Soporte	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12	A	AlitasDireccionamiento IZQ	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12.1	A	Alitas Direccionamiento DER	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-13	A	Conector Eléctrico	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-14	A	Zona Botones y Leva	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-16	A	Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-17	A	Borde Superior	Component	Released		<input type="checkbox"/>

En la imagen anterior se aprecia el ítem POP Ensamble, dentro del cual se muestra en su **BOM Structure** el ítem POP-05 actualizado, con la letra B dentro de Revisión. También se apreciar que dicho ítem presenta un status **In Review**, lo cual demuestra que dicho ítem se encuentra en revisión para ser aprobado dentro

del ECN. Una vez terminada la actividad **Review Documents**, el ECN pasó a la última actividad dentro de su flujo de trabajo, la actividad **ECN Audit**. El **Docente MAC02** fue asignado para el desarrollo de esta actividad, dentro de la cual se encargó de verificar que todos los ítems del ECN fueron modificados satisfactoriamente, y que los procesos desarrollados fueron ejecutados a cabalidad. Finalmente el **Docente MAC02** finalizó la actividad **ECN Audit**, con lo cual dio por finalizado el flujo de trabajo de la notificación de cambio de ingeniería. Esto puede verificarse ingresando al elemento **ECNs**, dentro de la sección **Change Management** de la **Tabla de Contenidos**, donde se muestra el **ECN-100002** con un Status de **Released**.

Imagen 105. Status Released del ECN



Gracias al proceso CM llevado a cabo dentro del proyecto POP, se logró modificar exitosamente 6 ítems dentro del desarrollo del proyecto. Los ítems modificados se muestran en las siguientes imágenes.

Imagen 106. Ítems CAD Document Afectados por Área De Proceso CCM

The screenshot shows the aras INNOVATOR software interface displaying a list of CAD Documents. The 'Properties' pane on the left shows details for a CAD Document, including 'Created By: Estudiante MAC09' and 'Created On: 2/5/2016'. The main table displays the following data:

Document Number	Revision	Name	Type	State	Native File [...]	Viewable File [...]	Authoring Tool
CAD-POP-01	A	Base	Mechanical/Part	Released	03_Base.SLDPR...		SolidWorks
CAD-POP-02	A	Soportes de Mesa	Mechanical/Part	Released	04_Soportes Mes...		SolidWorks
CAD-POP-03	A	Botones	Mechanical/Part	Released	05_Botones.SLDP...		SolidWorks
CAD-POP-04	A	Soporte de Botones	Mechanical/Part	Released	06_Soporte de Bo...		SolidWorks
CAD-POP-05	B	Asa	Mechanical/Part	Released	07_Asa.SLDPR...		SolidWorks
CAD-POP-06	A	Tubo de Lanzador	Mechanical/Part	Released	08_Tubo de Lanz...		SolidWorks
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Released	09_Lanzador.SLD...		SolidWorks
CAD-POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Mechanical/Part	Released	10_Triángulo de J...		SolidWorks
CAD-POP-09	A	Borde Base	Mechanical/Part	Released	11_Borde Base.S...		SolidWorks
CAD-POP-10	A	Zona de Anotación	Mechanical/Part	Released	12_Zona Anotad...		SolidWorks
CAD-POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	22_POP Ensamble...		SolidWorks
CAD-POP-1000	B	POP Ensamble	Mechanical/Part	Released	23_POP Ensamble...		SolidWorks
CAD-POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Mechanical/Part	Released	21_POP Ensamble...		SolidWorks
CAD-POP-11	A	Triángulo de Soporte	Mechanical/Part	Released	13_Triángulo Sop...		SolidWorks
CAD-POP-12	A	Aletas Direccionamiento IZQ	Mechanical/Part	Released	14_Aletas Triáng...		SolidWorks
CAD-POP-12.1	A	Aletas Direccionamiento DER	Mechanical/Part	Released	14.1_Aletas Trián...		SolidWorks
CAD-POP-13	A	Conector Eléctrico	Mechanical/Part	Released	15_Conector Eléc...		SolidWorks
CAD-POP-14	A	Zona Botones y Leva	Mechanical/Part	Released	16_Zona Botones...		SolidWorks
CAD-POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	17_Zona Botones...		SolidWorks
CAD-POP-16	A	Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	18_Zona Eléctrica...		SolidWorks
CAD-POP-17	A	Borde Superior	Mechanical/Part	Released	19_Borde Superio...		SolidWorks
CAD-POP-18	A	Leva de Giro	Mechanical/Part	Released	20_Leva de Giro...		SolidWorks

Imagen 107. Ítems Part Afectados por Área de Proceso CCM

Part Number	Revision	Name	Type	State	Cost	Changes
P404-0011	A	Pickup Roller	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-00	A	Prueba	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-01	A	Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-02	A	Soportes de Mesa	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-03	A	Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-04	A	Soporte de Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-05	B	Asa Ergonómica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-06	A	Tubo de Lanzador	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-07	A	Lanzador de Bolas	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-09	A	Borde Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-10	A	Zona de Anotación	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-1000	B	POP Ensamble	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-11	A	Triángulo de Soporte	Component	Released		<input type="checkbox"/>

Historial de Partes y Versiones

Aras Innovator posee una funcionalidad dentro de sus servicios de gestión de datos de producto y es el historial de partes y versiones de cualquier ítem generado dentro del ambiente PLM. Con esta funcionalidad es posible conocer cualquier acción realizada a un ítem desde su fecha de creación en el sistema, desde una actualización a su información, promociones del ítem, actualización de archivos asociados al mismo, revisiones, estados, entre otra información. De igual forma Aras Innovator puede guardar el historial de archivos asociados a un ítem, dando la posibilidad de visualizarlos e incluso restaurar versiones anteriores de ítems y archivos.


Imagen 108. Historial de Partes y Versiones Ítem Part POP-100

When	Who	Action	Comment	Item State	Rev	Gen	Created_on_tic...
2/7/2016 10:38...	Estudiante MAC09	Add		Preliminary	A	1	635904562921...
2/7/2016 10:39...	Estudiante MAC09	Update		Preliminary	A	2	635904563746...
2/7/2016 10:45...	Estudiante MAC09	Update		Preliminary	A	3	635904567492...
2/7/2016 10:46...	Estudiante MAC09	Update		Preliminary	A	4	635904567670...
2/7/2016 4:17:...	Estudiante MAC09	Promote	Manual Release	Released	A	4	635904766690...
2/7/2016 5:12:...	Docente MAC02	Promote	ResetLifeCycleSt...	In Change	A	4	635904799570...
2/7/2016 5:12:...	Docente MAC02	Update	State changed from In Change to Prelimin...	Preliminary	B	5	635904799586...
2/7/2016 5:12:...	Docente MAC02	Update		Preliminary	B	5	635904799589...
2/7/2016 5:35:...	Estudiante MAC09	Update		Preliminary	B	6	635904813072...
2/7/2016 5:38:...	Estudiante MAC09	Promote	Promote set	In Review	B	6	635904815051...
2/7/2016 5:44:...	Estudiante MAC09	Promote	Promote set	Released	B	6	635904818657...
2/7/2016 5:44:...	Estudiante MAC09	Promote	Promote set	Superseded	A	4	635904818657...

g. Finalización de actividades dentro del proyecto POP

Una vez que finalizaron los flujos de trabajo del área CM, y los ítems fueron modificados satisfactoriamente, se siguieron desarrollando las actividades respectivas dentro del área de Diseño de Producto. Las fases dos y tres, que corresponden a simulaciones hechas durante el desarrollo del proyecto, ya se encuentran realizadas en un 100%.

Imagen 109. Avance del Proyecto POP (Estudio de Caso)



Project

Status : Active

Project Number
1324

Project Manager
[Docente MAC02](#)

Name
POP (Estudio de Caso)

From Template
[Estudio POP \(Plantilla 1\)](#)

Ph 1	Ph 2	Ph 3	Ph 4
22	100	100	0

Target Start 2/5/2016 **Target Finish** 2/8/2016 **Scheduling Type** Forward **Scheduling Mode** Interactively Only

Scheduled Start 2/5/2016 **Scheduled Finish** 2/8/2016 **Project Update Mode** Interactively Only

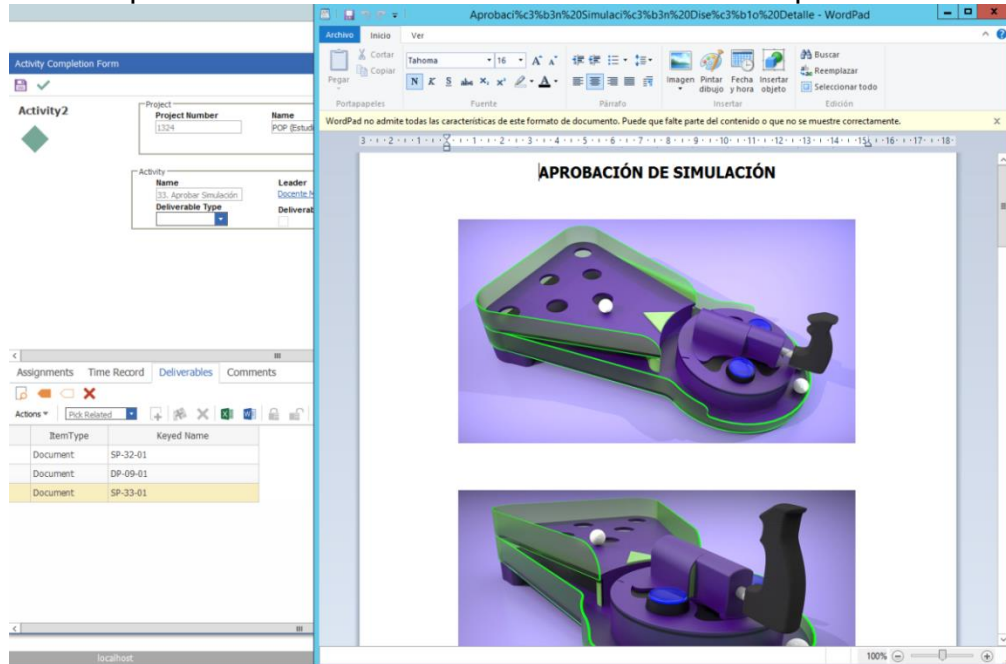
Description
Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDIUIS;

Imagen 110. Avance de Actividades del Árbol de Proyecto

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		41			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(DP) Diseño Producto		22			2/5/2016	2/8/2016	4		
1	01. Benchmarking		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	
2	02. Interacción Detalle: Usuario Final - Producto		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-02-01
3	03. Lista Deseos de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-03-01
4	04. Desarrollo Ideas & Conceptos		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
5	05. Concepto Final de Diseño		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	DP-05-01
6	06. Aprobación Diseño Concepto		0	Docente MA...	Manager	2/5/2016	2/5/2016	0	0	Multiple
7	07. Modelado Componentes		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
8	08. Lista Materiales		100	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/5/2016	1	8	Multiple
9	09. Acabados Finales y Tolerancias		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	DP-09-01
10	10. Planos Técnicos		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
11	11. Especificación Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
12	12. Aprobación Diseño Detalle		0	Docente MA...	Manager	2/8/2016	2/8/2016	0	0	
13	13. Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
14	14. Procedimientos y Ambiente		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
15	15. Desarrollo Plan Manufactura		0	Estudiante M...	Design	2/5/2016	2/8/2016	4	32	
	(SP) Simulación de Conceptos		100			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(SP) Simulación Modelado Concepto Final		100			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(SP) Simulación Diseño Detalle		0			2/5/2016	2/8/2016	4		

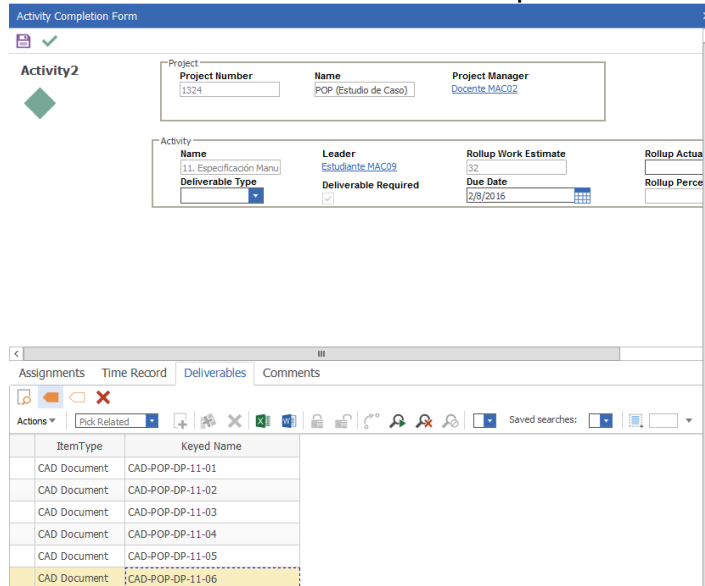
Durante la actividad **09. Acabados Finales y Tolerancias**, a cargo del Estudiante MAC09, se definieron los acabados finales de las partes y ensambles del producto POP, partes que luego fueron simuladas y evaluadas en el área de Simulación de Diseño de Detalle, a cargo del Estudiante MAC13, y aprobadas por el Docente MAC02.

Imagen 111. Aprobación de Simulación de Diseño de Detalle por Docente MAC02



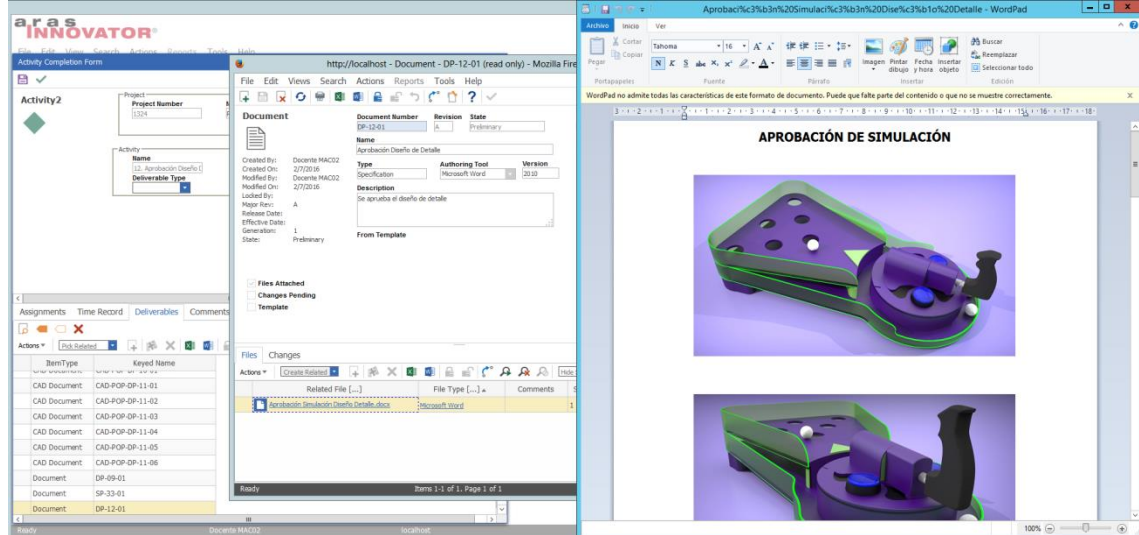
Las siguientes actividades gestionadas dentro del proyecto POP en Aras Innovator fueron la actividad **10. Planos Técnicos** y la actividad **11. Especificación de Manufactura**, en la cual se crearon archivos en detalle donde se especifica la producción de las partes y ensambles diseñados para el producto POP.

Imagen 112. Ítems Derivables en la Actividad 11. Especificación de Manufactura



Durante la actividad **12. Aprobación de Diseño de Detalle** el Docente MAC02 revisó y aprobó los ítems generados en las anteriores actividades.

Imagen 113. Aprobación de Diseño de Detalle por Docente MAC02



Después de la aprobación del **Diseño de Detalle** los Estudiantes MAC09 y MAC13 desarrollaron las actividades **13. Plan de Manufactura**, **14. Procedimientos y Ambiente** y **15. Desarrollo Plan de Manufactura**, desarrollando y asociando la información pertinente a cada actividad a través de ítems entregables.

Imagen 114. Ítems de Actividad 13. Plan de Manufactura

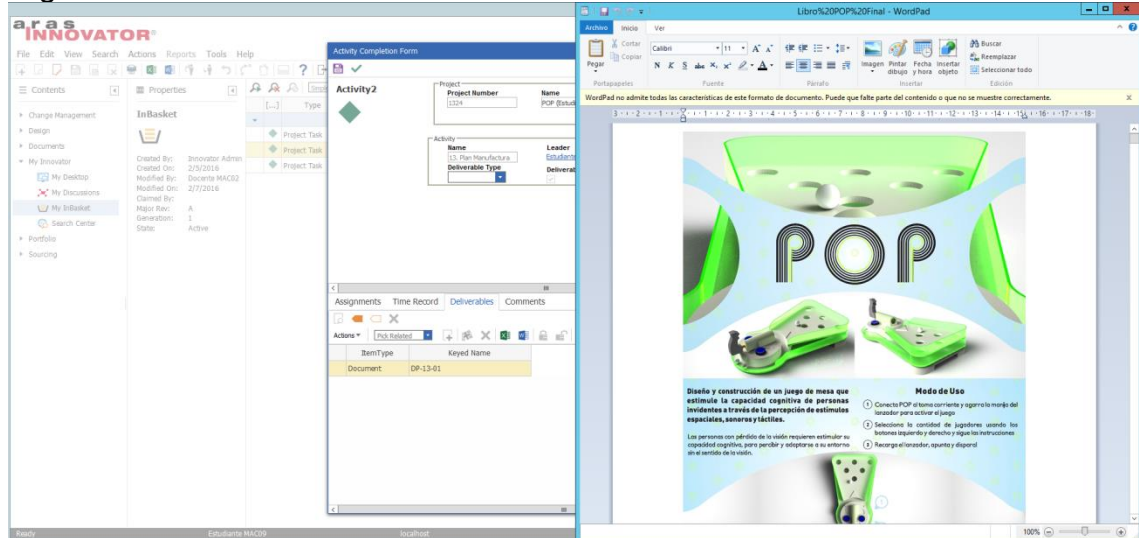
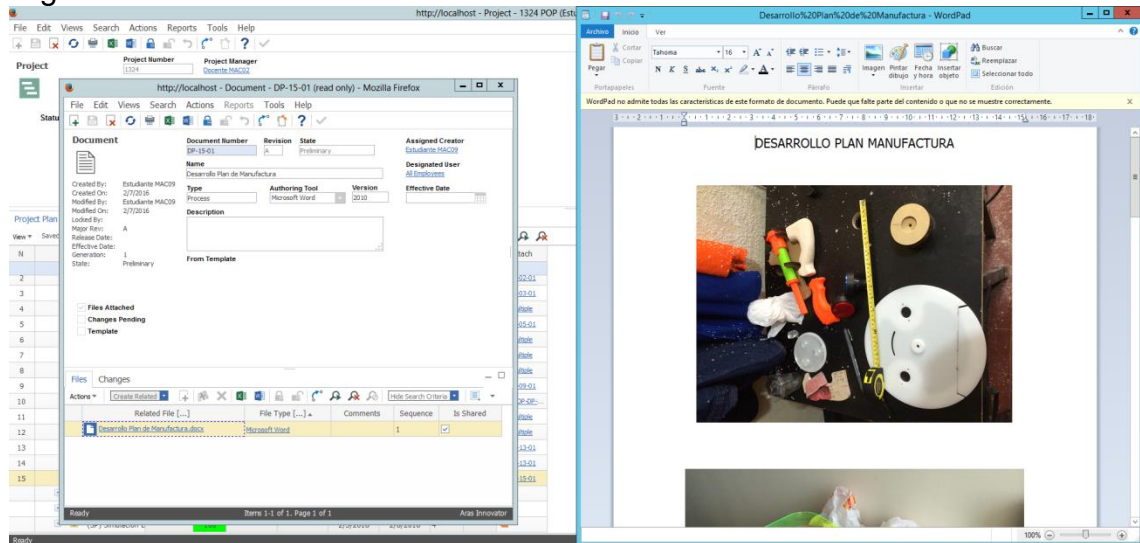


Imagen 115. Ítems de Actividad 15. Desarrollo Plan de Manufactura



A vez finalizadas las actividades por parte de las identidades del proyecto POP (Estudio de Caso) el proyecto fue gestionado y desarrollado en un 100% dentro de Aras Innovator.

Imagen 116. Desarrollo del 100% del Proyecto POP (Estudio de Caso)

Project

Project Number 1324 **Project Manager** Docente MAC02

Name POP (Estudio de Caso) **From Template** Estudio POP (Plantilla 1)

Status : Active

Ph 1 100 **Ph 2** 100 **Ph 3** 100 **Ph 4** 100

Target Start 2/5/2016 **Target Finish** 2/8/2016 **Scheduling Type** Forward **Scheduling Mode** Interactively Only

Scheduled Start 2/5/2016 **Scheduled Finish** 2/8/2016 **Project Update Mode** Interactively Only

Description
 Proyecto de ejecución de estudio de caso para la ejecución de las áreas de proceso Gestión de Proyectos, Gestión Configuración y Cambios, Diseño de Producto y Simulación de Producto, con la información de POP, proyecto desarrollado en la EDIUIS;

Project Plan Team Deliverables Parts

N	Project Tree	Predecess...	Status	Leader [...]	Lead Role	Plan Start	Plan Finish	Duration	Hours	Attach
	Estudio de Caso POP		100			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(DP) Diseño Produ		100			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(SP) Simulación d		100			2/5/2016	2/5/2016	1		
	(SP) Simulación M		100			2/5/2016	2/8/2016	4		
	(SP) Simulación D		100			2/5/2016	2/8/2016	4		

A continuación se muestran todos los ítems creados y gestionados dentro del proyecto POP (Estudio de Caso) en el ambiente PLM de Aras Innovator y su configuración con el MV PLM EDIUIS.

Imagen 117. Ítems Document Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)

Document Number	Revision	Name	Type	State	Authoring Tool	Changes	Files	Template	From Template [...]
DP-02-01	A	Interacción en Detalle (Prueba)	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-03-01	A	Lista de Deseos de Diseño	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-04-01	A	Propuesta de Diseño 1	Drawing	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-04-02	A	Propuesta POP 2	Drawing	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-05-01	A	Concepto Final de Diseño	Specification	Released	Other	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-06-01	A	Aprobación Diseño Final de Conce...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-07-01	A	Mango de POP A Modificar	CAD Model	Preliminary	SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-09-01	A	Acabados Finales	Specification	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-12-01	A	Aprobación Diseño de Detalle	Specification	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-13-01	A	Plan Manufactura (Libro POP)	Process	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
DP-15-01	A	Desarrollo Plan de Manufactura	Process	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-17-01	A	Plan de Simulación Propuestas de...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-18-01	A	Ambiente de Simulación de Conce...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-19-01	A	Encuestas Desarrollo Simulación de...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-19-02	A	Evidencias Desarrollo Simulación	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-20-01	A	Gestión de Datos de Simulación Co...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-21-01	A	Aprobación y Asesoría de Simulac...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-23-01	A	Plan de Evaluación Modelado de C...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-24-01	A	Ambiente de Simulación de Model...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-25-01	A	Desarrollo de Simulación de Model...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-26-01	A	Análisis de datos Simulación Model...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-27-01	A	Asesoría Docente - Aprobado - Ca...	Specification	Released	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-29-01	A	Simulación Diseño de Detalle	Specification	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-31-01	A	Impresiones Desarrollo de la Prueba	Specification	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SP-32-01	A	Simulación Diseño de Detalle (Ergo...	Specification	Preliminary	Microsoft Word	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Imagen 118. Ítems CAD Document Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)

Document Number	Revision	Name	Type	State	Native File [...]	Viewable File [...]	Authoring Tool	Changes	Standard	Template
CAD-POP-01	A	Base	Mechanical/Part	Released	03_Base.SLDPRT		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-02	A	Soportes de Mesa	Mechanical/Part	Released	04_Soportes Mes...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-03	A	Botones	Mechanical/Part	Released	05_Botones.SLDP		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-04	A	Soporte de Botones	Mechanical/Part	Released	06_Soporte de Bo...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-05	B	Asa	Mechanical/Part	Released	07_Asa.SLDPRT		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-06	A	Tubo de Lanzador	Mechanical/Part	Released	08_Tubo de Lanz...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-07	A	Lanzador de Bolas	Mechanical/Part	Released	09_Lanzador.SLD		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Mechanical/Part	Released	10_Triángulo de J...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-09	A	Borde Base	Mechanical/Part	Released	11_Borde Base.S...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-10	A	Zona de Anotación	Mechanical/Part	Released	12_Zona Anotaci...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	22_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-1000	B	POP Ensamble	Mechanical/Part	Released	23_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Mechanical/Part	Released	21_POP Ensamble		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-11	A	Triángulo de Soporte	Mechanical/Part	Released	13_Triángulo Sop...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-12	A	Aletas Direccionamiento IZQ	Mechanical/Part	Released	14_Aletas Triáng...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-12.1	A	Aletas Direccionamiento DER	Mechanical/Part	Released	14.1_Aletas Trián...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-13	A	Conector Eléctrico	Mechanical/Part	Released	15_Conector Eléc...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-14	A	Zona Botones y Leva	Mechanical/Part	Released	16_Zona Botones...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	17_Zona Botones...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-16	A	Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Released	18_Zona Eléctrica		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-17	A	Borde Superior	Mechanical/Part	Released	19_Borde Superio...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-18	A	Leva de Giro	Mechanical/Part	Released	20_Leva de Giro...		SolidWorks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-DP-10-01	A	Planos Finales	Mechanical/Drawing	Preliminary	Planos POP.cad	Planos POP.pdf	Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-DP-11-01	A	Zona de Anotación	Mechanical/Part	Preliminary	Base Anotaciones...		Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-DP-11-02	A	Base	Mechanical/Part	Preliminary	Base Madera 1X.cad		Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CAD-POP-DP-11-03	A	Tapa de Zona Eléctrica	Mechanical/Part	Preliminary	Base Mando Blanc...		Other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Imagen 119. Ítems Part Generados en el Proyecto POP (Estudio de Caso)

Contents

- Change Management
- Design
 - Parts
 - Products
- Documents
- My Innovator
- Portfolio
- Sourcing

Properties

Part

Created By: Innovator Admin
 Created On: 12/2/2015
 Modified By: Innovator Admin
 Modified On: 12/2/2015
 Locked By:
 Major Rev: A
 Release Date:
 Effective Date: 12/2/2015
 Generation: 4
 State: Preliminary

Part Number	Revision	Name	Type	State	Cost	Changes
P404-0011	A	Pickup Roller	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-00	A	Prueba	Component	Preliminary		<input type="checkbox"/>
POP-01	A	Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-02	A	Soportes de Mesa	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-03	A	Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-04	A	Soporte de Botones	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-05	B	Asa Ergonómica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-06	A	Tubo de Lanzador	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-07	A	Lanzador de Bolas	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-08	A	Triángulo Zona de Juego	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-09	A	Borde Base	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-10	A	Zona de Anotación	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-100	B	Ensamble Zona Eléctrica	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-1000	B	POP Ensamble	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-101	A	Ensamble Zona Estructural	Assembly	Released		<input type="checkbox"/>
POP-11	A	Triángulo de Soporte	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12	A	Aletas Direccionamiento IZQ	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-12.1	A	Aletas Direccionamiento DER	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-13	A	Conector Eléctrico	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-14	A	Zona Botones y Leva	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-15	A	Tapa de Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-16	A	Zona Eléctrica	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-17	A	Borde Superior	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-18	A	Leva de Giro	Component	Released		<input type="checkbox"/>
POP-19	A	Arduino UNO	Assembly	Preliminary		<input type="checkbox"/>

Ready
Estudiante MAC09
localhost
InnovatorSolutions

7. CONCLUSIONES

Los talleres proyectuales de Diseño VI, Diseño VII, Diseño VIII y Proyecto de Grado de la EDIUIS generan información que necesita ser gestionada. Dicha información es generada durante el desarrollo de actividades asociadas a las fases de Ideación, Definición y Comercialización del ciclo de vida del producto, por lo tanto, el ambiente PLM desarrollado en este proyecto basó su diseño en la gestión de información dentro de estas fases.

La EDIUIS es consciente de la importancia de la correcta gestión de información generada en los proyectos de diseño, y posee la madurez para implementar estrategias educativas y ejecutar una correcta gestión de productos en sus talleres proyectuales. Esto ha sido posible gracias al uso de herramientas básicas de gestión de información, las cuales han permitido tanto a docentes como estudiantes un seguimiento y control básico en el desarrollo proyectual.

La gestión educativa es una de las variables con mayores fortalezas en la EDIUIS. Poseen experiencia en gestión de estrategias educativas claras para el desarrollo de proyectos de diseño, al igual que un recurso docente capacitado. La gestión de producto centra sus actividades dentro de las fases de imaginación, definición y actividades básicas de comercialización. El software CAD se ha convertido en una herramienta fundamental para el desarrollo proyectual. La EDIUIS posee marcos definidos que permiten la gestión de proyectos en los distintos talleres de diseño, y todas las actividades son realizadas a través de herramientas básicas de comunicación interna.

Sin embargo la debilidad de la EDIUIS en el desarrollo de productos reside en las herramientas empleadas para la gestión de información de las actividades proyectuales. Las herramientas empleadas impiden una gestión centralizada y sistemática de la información durante la ejecución de actividades de diseño. Las funciones ofrecidas por estas herramientas son básicas, limitando el desarrollo de actividades de diseño. La EDIUIS no posee sistemas de gestión de información con funciones que faciliten el desarrollo de proyectos de diseño tales como el control especializado de actividades, entornos que faciliten la gestión de archivos CAD, entre otros. La información es gestionada de manera descentralizada y aislada, limitando el acceso, control y manejo de la información, evidenciando falencias para gestionar la información de forma precisa, limitando el desarrollo proyectual. La reutilización de información es inviable con las actuales herramientas pues la EDIUIS no cuenta con entornos de gestión de bases de datos de proyectos. Las herramientas de comunicación interna ofrecen funciones básicas, limitando la colaboración e integración de información entre integrantes de equipos de trabajo. No existe un método para la gestión de configuración y cambios en la información. Las limitantes anteriormente mencionadas fuerzan los proyectos de diseño de la EDIUIS a un desarrollo lineal.

Se evidencia una necesidad de identificar, seleccionar e implantar ambientes que favorezcan el trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes y fomenten un mejor entorno de aprendizaje, así como la gestión eficiente, precisa y centralizada de la información.

El MV PLM EDIUIS es un modelo que satisface las necesidades de gestión de información de los talleres proyectuales dentro de la EDIUIS, con áreas de proceso y actividades que permiten gestionar eficazmente el desarrollo de cualquier proyecto de diseño. Los elementos genéricos presentes en las áreas de proceso tales como diagramas de desfragmentación, o el orden de desarrollo de las actividades pueden ser configurados y adaptados con variables circunstanciales específicas para cada proyecto como por ejemplo, la interacción de los roles en diferentes áreas de proceso, o el número de ítems entregables de una actividad. De igual forma los elementos genéricos del MV PLM EDIUIS permiten que este pueda adaptarse a cualquier software PLM.

Desde un punto de vista educativo el MV PLM EDIUIS facilita a docentes y estudiantes la percepción de elementos y procesos involucrados en el desarrollo de un producto y la manera como la información de producto es generada y gestionada durante su ciclo de vida. El modelo de visualización sirve como una guía paso a paso en el desarrollo de proyectos, facilitando también la formación de competencias de diseño en los estudiantes, preparándolos para entornos de desarrollo colaborativo, y facilitando la comprensión del desarrollo sistemático dentro de un proyecto, puesto que los equipos de trabajo pueden identificar en cualquier punto del proyecto que se debe hacer (ítems), quien lo debe hacer (roles), como se debe hacer (Actividades) y cuando debe hacerse (Flujos de trabajo).

Aras Innovator es un software PLM ideal para un primer acercamiento de empresas o instituciones educativas dentro de los ambientes PLM puesto que ofrece funcionalidades PLM y PDM dentro de su software, las cuales son de código abierto, ahorrando grandes sumas de tiempo y dinero en la adaptación del ambiente dentro de los procesos de la institución. Aras Innovator posee una sencilla curva de aprendizaje y la empresa Aras Corporation ofrece entrenamientos a instituciones educativas para su uso.

A través del estudio de caso POP, se ha mostrado como el ambiente PLM propuesto en este trabajo ha demostrado ser una estrategia efectiva para la gestión de información generada en los proyectos de diseño de la EDIUIS, pues permite la definición y clarificación de actividades, procesos e información generada dentro de un proyecto de diseño gracias al MV PLM EDIUIS. Las actividades definidas para un proyecto pueden ser desarrolladas dentro del software PLM de Aras Innovator, permitiendo la administración de las actividades y la información generada, al tiempo que facilita el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes gracias al entorno colaborativo del ambiente PLM.

A través del estudio de caso POP, se ha mostrado como el ambiente PLM propuesto en este trabajo ha demostrado facilitar la formación, seguimiento y control del desarrollo educativo de los estudiantes al dotar a los docentes con una poderosa herramienta, la cual mediante variadas funciones permite una gestión de la información generada en los proyectos de diseño de la EDIUIS de forma más precisa y detallada respecto a las herramientas usadas convencionalmente durante el desarrollo de proyectos.

Aras Innovator permitió una gestión centralizada y controlada de la información de los proyectos de diseño gracias a sus funciones PDM. La reutilización de información se hace posible gracias al almacenamiento de la información de proyectos desarrollados en bases de datos accesibles por todo el sistema, manteniendo un control de la información gracias a las opciones de configuración del ambiente PLM. Las opciones de configuración de Aras permiten una gestión eficiente y efectiva de configuración y cambios de la información de los proyectos, facilitando el desarrollo proyectual, un mayor control de la información y una mayor calidad y complejidad de los productos desarrollados en el ambiente PLM. El diseño de Aras Innovator facilita la gestión de archivos CAD en los proyectos. La arquitectura de Aras Innovator ha sido diseñada con estándares web abiertos hacen del ambiente Aras una herramienta fácilmente adaptable a los cambios de procesos dentro de un proyecto de diseño. Aras Innovator también permite una mayor accesibilidad a los equipos de trabajo dentro de un proyecto, pues el acceso al ambiente PLM se da a través de servidores web.

Gracias a la capacidad otorgada por el ambiente PLM para la gestión de proyectos de diseño y a la madurez de la EDIUIS en la gestión educativa y gestión de proyectos se abre la posibilidad a un desarrollo de los talleres proyectuales bajo entornos que faciliten el trabajo colaborativo al tiempo que aumenten la complejidad y calidad de los proyectos desarrollados sin que esto implique una mayor dificultad en el desarrollo de actividades. Los talleres proyectuales podrían desarrollarse con varios docentes enfocados en áreas de proceso determinadas, y equipos interdisciplinarios de estudiantes desarrollando diferentes actividades, pero la información generada de cada uno impacta el desarrollo de las actividades de los demás equipos. Los docentes podrían evaluar competencias específicas en estudiantes determinados, todo dentro de un mismo proyecto en desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. PÉREZ, Daniel y M. FERNANDA, Carmen. Herramientas de apoyo a la gestión del ciclo de vida del producto, guía divulgativa PLM. Fundación PRODINTEC, 2009.
- [2] K. LALIT Narayan, K. MALLIKARJUNA Rao y SARCAR M. M. Manufactura y diseño asistido por computadora. Prentice Hall of India, New Delhi, 2008.
- [3] CIMdata [Online] Global Leaders in PLM Consulting. 2012. [Consultado 29 de Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html>
- [4] STARK, John. “Gestión del Ciclo de Vida de un Producto; El Paradigma del Siglo XXI para la Realización de Productos”. 1ra Edición, Springer. Reino Unido. 2006.
- [5] MARTINEZ G., Javier. “Modelo de visualización para PLM: Procesos, actividades, roles e ítems involucrados en la gestión del ciclo de vida del producto”. Politecnico Di Torino. 2013.
- [6] TODD, Robert H. MAGLEBY, Spencer P. PARKINSON, Alan R. “Experiencias y observaciones en la introducción de estudiantes al diseño y manufactura globalizada”. Brigham Young University, Utah. Estados Unidos. 2005.
- [7] CHIANG. TRAPPEY, A.J.C. “Desarrollo de un modelo colaborativo de una cadena de valor para la gestión del ciclo de vida del producto y su adopción dentro de la industria LCD”. International Journal of Production Economics. 2007.
- [8] THERANI, M. TANNIRU, M. “Conocimiento de particionamiento: un enfoque estratégico a la gestión del ciclo de vida del producto”. Int’l Journal of Product Development. 2005
- [9] TODD, R.H. RED, W.E. MAGLEBY, S.P. COE, S. “Manufactura: Una oportunidad estratégica para educación en ingeniería”. Journal of Engg. 2001.
- [10] V. G. Daniel, S. M. Silvio. Implementación de Teamcenter Académico sobre un Entorno de Hardware Virtualizado. Universidad Pontificia Bolivariana. Antioquia, Colombia. 2012.
- [11] HANS, Carl. K.A.H. POTTER, David. FOLAN, Paul. THOBEN, Klaus-Dieter. “Seguimiento y localización en la fase del fin de la vida de la gestión del ciclo de vida del producto, en la evaluación de relevancia industrial de la gestión del ciclo de vida del producto. 2007.

[12] MARTÍNEZ G. Javier. Diagnóstico de la gestión del ciclo de vida del producto. Politecnico di Torino. 2013.

[13] GRABCAD Workbench [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://grabcad.com>.

[14] DROPBOX. [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://www.dropbox.com/es/>.

[15] MEGA. [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://mega.nz/#>.

[16] WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 02 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>.

[17] WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 02 de Diciembre 2015] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/diseño_asistido_por_computadora.

[18] GORNIK D. “Mejores prácticas del proceso racional unificado para equipos de desarrollo de software. Rational Unified Process. 2004.

[19] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 2000 Edition. 2000.

[20] WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 03 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process.

[21] ARAS CORPORATION. Just Ask Innovator. Aras Corporation. Edición 2006.

[22] DUNCAN, W.R. “Una guía para el proyecto. Órgano de gestión del conocimiento”. Project Manager Institute. 1996.

[23] CHRISSIS, M.B. KONRAD, M.D. SHRUM, S. “CMMI para desarrollo: Directrices para la integración de procesos y mejora de producto. Tercera edición, SEI Series in Software Engineering. 2011.

[24] HOJLO, Jeff. M.D.A., CARTER, Karen. The Product Lifecycle Management - Market Sizing Report, 2007-2012. AMR Research.

[25] PAL, Sanjeev. FAUSCETTE, Michael. IDCMarketSpace: Worldwide Product Life-cycle Management (PLM) Applications 2011 Vendor Assessment: CAx, Discrete, and Process PLM. IDC Manufacturing Insights. 2011.

[26] WIKIPEDIA. Aras Corporation. [Online] 2015 [Consultado 05 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Aras_Corp#cite_note-1.

[27] ARAS CORPORATION. ARAS, Desktop Engineering Resilient PLM. Aras Corp. 2015.

[28] ARAS CORPORATION. Capability and Availability [Online] 2015 [Consultado 08 de Diciembre 2015] Disponible en: <http://www.aras.com/services/capability-availability.aspx>.

[29] ARAS CORPORATION. Aras Innovator 11 Installation Guide. Document #:11.0.02014120801. Last Modified: 12/30/2014. 2014.

[30] MICROSOFT CORPORATION [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174212%28v=sql.120%29.aspx>.

[31] WIKIPEDIA. SQL Server Management Studio. [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/SQL_Server_Management_Studio.

[32] ARAS CORPORATION. Aras License Key Service [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://www.aras.com/support/LicenseKeyService/>.

[33] ARAS CORPORATION. ARAS PLM Essentials, Student Guide. 11th Version. Aras PLM Solutions. 2015.

[34] CHRISSIS, M.B. KONRAD, M.D. SHRUM, S. CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 3rd Edition ed2011: SEI Series in Software Engineering. 2011.

BIBLIOGRAFÍA

ARAS CORPORATION. Aras Innovator 11 Installation Guide. Document #:11.0.02014120801. Last Modified: 12/30/2014. 2014.

ARAS CORPORATION. Aras License Key Service [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://www.aras.com/support/LicenseKeyService/>.

ARAS CORPORATION. ARAS PLM Essentials, Student Guide. 11th Version. Aras PLM Solutions. 2015.

ARAS CORPORATION. ARAS, Desktop Engineering Resilient PLM. Aras Corp. 2015.

ARAS CORPORATION. Capability and Availability [Online] 2015 [Consultado 08 de Diciembre 2015] Disponible en: <http://www.aras.com/services/capability-availability.aspx>.

ARAS CORPORATION. Just Ask Innovator. Aras Corporation. Edición 2006.

CHIANG. TRAPPEY, A.J.C. “Desarrollo de un modelo colaborativo de una cadena de valor para la gestión del ciclo de vida del producto y su adopción dentro de la industria LCD”. International Journal of Production Economics. 2007.

CHRISSIS, M.B. KONRAD, M.D. SHRUM, S. CMMI for Development: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. 3rd Edition ed2011: SEI Series in Software Engineering. 2011.

CHRISSIS, M.B. KONRAD, M.D. SHRUM, S. “CMMI para desarrollo: Directrices para la integración de procesos y mejora de producto. Tercera edición, SEI Series in Software Engineering. 2011.

CIMdata [Online] Global Leaders in PLM Consulting. 2012. [Consultado 29 de Noviembre 2015]. Disponible en: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html>

DROPBOX. [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://www.dropbox.com/es/>.

DUNCAN, W.R. “Una guía para el proyecto. Órgano de gestión del conocimiento”. Project Manager Institute. 1996.

E. PÉREZ, Daniel y M. FERNANDA, Carmen. Herramientas de apoyo a la gestión del ciclo de vida del producto, guía divulgativa PLM. Fundación PRODINTEC, 2009.

GORNIK D. "Mejores prácticas del proceso racional unificado para equipos de desarrollo de software". Rational Unified Process. 2004.

GRABCAD Workbench [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://grabcad.com>.

HANS, Carl. K.A.H. POTTER, David. FOLAN, Paul. THOBEN, Klaus-Dieter. "Seguimiento y localización en la fase del fin de la vida de la gestión del ciclo de vida del producto, en la evaluación de relevancia industrial de la gestión del ciclo de vida del producto. 2007.

HOJLO, Jeff. M.D.A., CARTER, Karen. The Product Lifecycle Management - Market Sizing Report, 2007-2012. AMR Research.

K. LALIT Narayan, K. MALLIKARJUNA Rao y SARCAR M. M. Manufactura y diseño asistido por computadora. Prentice Hall of India, New Delhi, 2008.

MARTINEZ G., Javier. "Modelo de visualización para PLM: Procesos, actividades, roles e ítems involucrados en la gestión del ciclo de vida del producto". Politecnico Di Torino. 2013.

MARTÍNEZ G. Javier. Diagnóstico de la gestión del ciclo de vida del producto. Politecnico di Torino. 2013.

MEGA. [Online] 2015 [Consultado 29 de Noviembre 2015] Disponible en: <https://mega.nz/#>.

MICROSOFT CORPORATION [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174212%28v=sql.120%29.aspx>.

PAL, Sanjeev. FAUSCETTE, Michael. IDCMarketSpace: Worldwide Product Lifecycle Management (PLM) Applications 2011 Vendor Assessment: CAx, Discrete, and Process PLM. IDC Manufacturing Insights. 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 2000 Edition. 2000.

STARK, John. "Gestión del Ciclo de Vida de un Producto; El Paradigma del Siglo XXI para la Realización de Productos". 1ra Edición, Springer. Reino Unido. 2006.

THERANI, M. TANNIRU, M. "Conocimiento de particionamiento: un enfoque estratégico a la gestión del ciclo de vida del producto". Int'l Journal of Product Development. 2005

TODD, R.H. RED, W.E. MAGLEBY, S.P. COE, S. "Manufactura: Una oportunidad estratégica para educación en ingeniería". Journal of Engg. 2001.

TODD, Robert H. MAGLEBY, Spencer P. PARKINSON, Alan R. "Experiencias y observaciones en la introducción de estudiantes al diseño y manufactura globalizada". Brigham Young University, Utah. Estados Unidos. 2005.

V. G. Daniel, S. M. Silvio. Implementación de Teamcenter Académico sobre un Entorno de Hardware Virtualizado. Universidad Pontificia Bolivariana. Antioquia, Colombia. 2012.

WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 03 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process.

WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 02 de Diciembre 2015] Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>.

WIKIPEDIA. [Online] 2015 [Consultado 02 de Diciembre 2015] Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/diseño_asistido_por_computadora.

WIKIPEDIA. Aras Corporation. [Online] 2015 [Consultado 05 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Aras_Corp#cite_note-1.

WIKIPEDIA. SQL Server Management Studio. [Online] 2015 [Consultado 10 de Diciembre 2015] Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/SQL_Server_Management_Studio.