

**ARTICULACIÓN DEL SISTEMA HAS 200™ -HIGHLY AUTOMATED SYSTEM- EN  
LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS**

**CLAUDIA NELLY GONZALES PARDO  
INGENIERA INDUSTRIAL**



**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA, COLOMBIA  
OCTUBRE DE 2007**

**ARTICULACIÓN DEL SISTEMA HAS 200™ -HIGHLY AUTOMATED SYSTEM- EN  
LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS**

**MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
ESPECIALISTA EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS**

**CLAUDIA NELLY GONZALES PARDO  
INGENIERA INDUSTRIAL**

**DIRECTORA:  
ING. PIEDAD ARENAS DIAZ**



**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA, COLOMBIA  
OCTUBRE DE 2007**

## RESUMEN

**TITULO.** ARTICULACIÓN DEL SISTEMA HAS 200© -HIGHLY AUTOMATED SYSTEM- EN LA ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES DE LA UIS\*

**AUTOR.** GONZALES PARDO, Claudia Nelly\*\*

**PALABRAS CLAVES.** HAS; celda; manufactura; automatización; EEIE.

**DESCRIPCION O CONTENIDO.** El presente trabajo de monografía muestra la formulación y evaluación de pertinencia de implementar en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS, una celda automatizada de manufactura de última tecnología. Para su formulación se adoptó la metodología del Banco de Programas y Proyectos de la Universidad Industrial de Santander (BPPUIS), en aras de llevar el proyecto para ser presentado ante dicho ente como iniciativa factible de financiación por parte de la Institución.

Considera dentro de su alcance la preparación del proyecto siguiendo la metodología del BBPUIS, el desarrollo de un plan detallado de trabajo para el momento de la gestión de compra e implementación en la Escuela, el diseño de los protocolos y reglamentos de uso y la estructuración de algunas prácticas base para desarrollar en el laboratorio que con la herramienta se establecería. Como alternativa se presenta la herramienta HAS 200<sup>TM</sup>, celda automatizada de producción que presenta entre otras bondades la posibilidad de desarrollar en los estudiantes competencias en el análisis, operación e instalación de sistemas automatizados, así como en el diseño, programación, diagnóstico y optimización de estrategias de producción.

Luego de su evaluación, se concluye que por las necesidades identificadas y las características de HAS 200<sup>TM</sup>, es pertinente en tecnología y oportunidad la adquisición de dicha herramienta, recomendándose entonces su presentación ante el BBPUIS para su respectiva evaluación. De ser favorable la solicitud de financiamiento, el nuevo laboratorio de producción automatizada entrará en funcionamiento hacia el segundo semestre académico del año 2008.

## ABSTRACT

**TITLE.** JOINT OF THE SYSTEM HAS 200© -HIGHLY AUTOMATED SYSTEM - IN THE INDUSTRIAL AND MANAGERIAL STUDIES SCHOOL AT UIS\*

**AUTHOR.** GONZALES PARDO, Claudia Nelly\*\*

**KEY WORDS.** HAS; cell; manufacture; automation; EEIE.

**DESCRIPTION OR CONTENT.** The present monograph shows the relevancy's formulation and evaluation of install at Industrial and Managerial Studies School –UIS-, a last technology automated cell of manufacture. For its formulation, there were adopted the methodology of the Bank of Programs and Projects of the Industrial University of Santander (BPPUIS), with the idea of taking the project to be presented in the above mentioned entity, as feasible initiative of financing by the Institution.

It considers inside its scope the preparation of the project following the methodology of the BBPUIS, the development of a detailed plan of work for the moment of purchase and implementation in the School, the design of the use's protocols and regulations and the structure of some base practices to develop in the laboratory that with the tool would be established. As an alternative appears the tool HAS 200<sup>TM</sup>, production automated cell that presents between other kindness the possibility of developing in the students competitions in the analysis, automated systems' operation and installation, as well as in the production strategies in design, programming, diagnosis and optimization.

After its evaluation, is possible to conclude that is pertinent in technology and opportunity the acquisition of the above mentioned tool, for the identified needs and the characteristics of HAS 200<sup>TM</sup>, its presentation is recommended in the BBPUIS for its respective evaluation. If the financing request would be favorable, the new automated production laboratory will enter functioning towards the second academic semester of the year 2008.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE TABLAS .....	9
LISTADO DE FIGURAS .....	9
LISTADO DE ANEXOS .....	9
INTRODUCCION .....	10
1. PERFIL DEL TRABAJO DE MONOGRAFIA.....	11
1.1. TITULO .....	11
1.2. OBJETIVOS .....	11
• General.....	11
• Específicos .....	11
1.3. ALCANCE Y LIMITACIONES .....	12
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESCUELA .....	14
2.1. MISION .....	14
2.2. VISION 2012 .....	14
2.3. BREVE RESEÑA HISTORICA .....	14
3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN .....	16
3.1. PROCEDIMIENTO.....	16
3.2. PROTOCOLO .....	18
3.3. FORMATOS .....	18
4. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTO.....	20
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
4.2. EVOLUCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	21
4.3. PROYECTOS PREVIOS.....	23
4.4. ANTECEDENTES DE LA INICIATIVA EN LA EEIE.....	24
4.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO PARA BPPUIS .....	27
• General.....	27
• Específicos .....	27
4.6. POBLACION AFECTADA Y OBJETIVO .....	27

4.7.	DESCRIPCION Y CUANTIFICACION DE LA DEMANDA Y OFERTA DEL BIEN O SERVICIO .....	28
4.8.	DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL PROYECTO.....	31
4.9.	ANÁLISIS DE LA HERRAMIENTA BAJO PARÁMETROS PARA ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA 35	
4.10.	IMPLEMENTACIÓN EN LA EEIE .....	37
5.	PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	38
5.1.	DESCRIPCION Y CUANTIFICACION DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	38
5.2.	PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO .....	39
5.3.	CAPACIDAD INSTALADA .....	40
5.4.	EFFECTO AMBIENTAL .....	40
5.5.	MARCO INSTITUCIONAL.....	41
6.	FINANCIAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD.....	42
6.1.	FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO .....	42
6.2.	FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO.....	42
6.3.	SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO.....	42
7.	ESQUEMA DE TRABAJO PARA LA ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE HAS 200TM .....	43
7.1.	CHARTER DEL PROYECTO .....	43
7.2.	DECLARACIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO .....	45
7.3.	ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO (WBS).....	49
7.4.	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	53
8.	PRACTICAS SUGERIDAS .....	56
8.1.	PRACTICA UNO. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA HAS 200TM.....	56
8.2.	PRACTICA DOS. MANEJO DE SENSORES.....	57
8.3.	PRACTICA TRES. MANEJO DE ACTUADORES. ....	57
8.4.	PRACTICA CUATRO. PROCEDIMIENTOS DE PUESTA EN MARCHA - PARADA.....	58
8.5.	PRACTICA CINCO. INTERPRETACIÓN ESQUEMA ELÉCTRICO - NEUMÁTICO. ....	59
8.6.	PRACTICA SEIS. SUSTITUCION DE SENSORES Y ACTUADORES. ....	59
8.7.	PRACTICA SIETE. DIAGNOSTICO DE AVERIAS EN SENSORES Y ACTUADORES. ....	60
8.8.	PRACTICA OCHO. INTERPRETACIÓN PROGRAMAS PLC.....	60
8.9.	PRACTICA NUEVE. MANEJO DE 3D-SUPRA.....	61
8.10.	PRACTICA DIEZ. MANEJO DE EdMES.....	62
9.	PROTOCOLO Y REGLAMENTO DE USO DEL LABORATORIO.....	63

9.1.	GENERALIDADES.....	63
9.2.	USUARIOS.....	63
9.3.	ADMINISTRACIÓN .....	63
9.4.	OBJETIVO DEL LABORATORIO .....	63
9.5.	NORMAS DE USO.....	63
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
11.	BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS .....	67

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Actividades del proyecto .....	13
Tabla 2. Procedimiento BPPUIS.....	16
Tabla 3. Laboratorios ofrecidos en el plan de estudios .....	23
Tabla 4. Cuantificación consolidada de la oferta y demanda del bien o servicio .....	29
Tabla 5. Cuantificación detallada de la oferta y demanda del bien o servicio.....	30
Tabla 6. Evaluación de la Herramienta.....	35
Tabla 7. Estudiantes atendidos en el horizonte del proyecto.....	38
Tabla 8. Necesidad de recursos para inversión.....	39
Tabla 9. Necesidad de recursos para operación. ....	40
Tabla 10. Resumen de recursos requeridos.....	40
Tabla 11. Fuentes de financiación recursos de inversión. ....	42
Tabla 12. Fuentes de financiación recursos de operación.....	42
Tabla 13. Carta de navegación del proyecto.....	43
Tabla 14. Alcance del proyecto .....	45
Tabla 15. WBS del proyecto .....	49
Tabla 16. Cronograma del proyecto.....	53

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Panorámica de HAS 200TM .....	31
Figura 2. Materia prima de HAS 200TM.....	31
Figura 3. Productos generados en HAS 200TM.....	32
Figura 4. Estaciones de trabajo del sistema HAS 200TM .....	33
Figura 5. Visualización de 3DSupra .....	34

## LISTADO DE ANEXOS FISICOS

ANEXO 1. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE HAS 200TM
ANEXO 2. ANÁLISIS DE LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO
ANEXO 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE HAS 200
ANEXO 4. PROPUESTA FINANCIERA DE LOS RECURSOS A ADQUIRIR

## INTRODUCCION

La Universidad Industrial de Santander como uno de los principales entes educativos del país, juega un relevante papel en el sector industrial tanto por su importante aporte en formación académica de calidad, como por el número de profesionales que entrega a la sociedad, los esfuerzos que lidera en materia investigativa y el aporte creciente en servicios de extensión.

Compromisos adquiridos por la economía local en los ambientes internacionales y fenómenos como la apertura de las fronteras, que cada día hacen más pequeñas las restricciones para ingresar a mercados externos, son situaciones que competen al Gobierno Nacional y a las Instituciones que como la UIS, tienen el compromiso de contribuir con el crecimiento de la nación.

Consciente de esta responsabilidad y de la necesidad de adelantar iniciativas para enfrentar la realidad de las industria Colombiana, la Universidad Industrial de Santander, a través de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, plantea una estrategia en pro del desarrollo industrial sustentado en la formación práctica y experimental de quienes serán los dirigentes de las empresas del hoy y el mañana, direccionando los esfuerzos hacia el fortalecimiento de las capacidades de los profesionales en el manejo y adopción de herramientas de alta tecnología, como pueden ser los sistemas de producción automatizada. La dirección estratégica y técnica de las empresas del país, estará entonces en manos de profesionales que habrán recibido de la Universidad un valor agregado al haber interactuado con sistemas altamente automatizados, abriendo con ello la posibilidad de una transformación tecnológica de importantes impactos industriales.

Se pretende entonces mostrar la formulación y viabilidad de adquisición y adopción de un moderno laboratorio automatizado de prácticas en el área de Dirección de Operaciones, área estratégica en las industrias manufactureras y en la que el programa de Ingeniería Industrial de la UIS ostenta la mejor formación.

El presente documento expone entonces la situación en torno a la cual se plantea el montaje del sistema HAS 200TM HIGHLY AUTOMATED SYSTEM, considerado por la Escuela como la herramienta que se ajusta a los requerimientos y que goza además de bondades definidas por sus diseñadores para aportar valiosamente en el desarrollo de las industrias.

## 1. PERFIL DEL TRABAJO DE MONOGRAFIA

### 1.1. TITULO

Articulación del sistema HAS-200TM -HIGHLY AUTOMATED SYSTEM- en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.

### 1.2. OBJETIVOS

- **General**

Viabilizar y desarrollar el plan de trabajo para la implementación del proyecto que permitirá el montaje en la EEIE de un laboratorio de prácticas automatizadas en el área de Dirección de Operaciones, contando para ello con el sistema HAS 200TM.

- **Específicos**

- Desarrollar la fase de formulación del proyecto, identificando y cuantificando los productos que se esperan.
- Realizar el estudio de factibilidad del proyecto, analizando y controlando las variables críticas, tal que el impacto y beneficios del proyecto justifiquen la adquisición del sistema HAS 200TM.
- Preparar el proyecto bajo la metodología establecida por el Banco de programas y proyectos de la UIS -BPPUIS-, para ser presentado ante la Dirección de la Universidad como proyecto factible de ser financiado por la Institución.
- Especificar a través de un plan de trabajo las instrucciones para la adecuación de los espacios físicos y montaje de la herramienta HAS 200TM en la Escuela, una vez se realice la gestión de compra.
- Documentar prácticas de laboratorio a desarrollar, el reglamento y protocolos de uso del laboratorio.

### 1.3. ALCANCE Y LIMITACIONES

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (en adelante EEIE) pretende implementar la herramienta HAS 200TM<sup>1</sup>, sistema automatizado de producción que brindará a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la UIS la oportunidad de obtener competencias únicas en el país en el manejo de este tipo de tecnologías. HAS 200TM será implementado en un nuevo laboratorio que funcionará en la EEIE dotado con la infraestructura necesaria para el correcto desempeño de la herramienta; para su adquisición se solicitará el apoyo de la Universidad a través del Banco de Programas y Proyectos de la UIS -BPPUIS-.

El presente proyecto contempla el desarrollo del estudio de factibilidad y preparación del proyecto para su presentación ante el BPPUIS bajo la metodología de formulación del Banco. A su vez, se hará la respectiva planeación del trabajo a desarrollar durante la ejecución del proyecto, tal que una vez liberados los recursos por parte de la Universidad puedan ejecutarse las fases respectivas y hacer el montaje del laboratorio, bajo la coordinación del funcionario que la Escuela designe.

El plan de trabajo en mención contemplará las compras y adquisiciones adicionales que se hace necesario realizar, los trámites administrativos, las adecuaciones físicas necesarias y los requerimientos que deben cumplirse para que el laboratorio entre en funcionamiento. De otra parte, se plantearán algunas de prácticas que podrán ejecutarse en el laboratorio, así como los reglamentos y protocolos de uso.

El desarrollo del proyecto en su totalidad contempla la ejecución y generación de las actividades y productos que se muestran en la tabla 1. Son resaltados aquellos que serán abordados durante el presente trabajo de aplicación.

De otra parte, se consideran las siguientes limitaciones para el desarrollo del proyecto:

- Suficiente disponibilidad de recursos en la Universidad para la adquisición del sistema.
- Diligencia y oportunidad en el trámite que el proyecto debe surtir en el Banco de proyectos de la Universidad.
- Diligencia y oportunidad en la negociación y entrega del sistema, por parte del proveedor (para el proyecto en general).

---

<sup>1</sup> Herramienta de entrenamiento en manufactura altamente automatizada, desarrollada por MSC International Training, en cooperación con: Intel Corp.; Maricopa Advanced Technology Education Center (MATEC) y Production Control and Integral Management (CGIP).

Tabla 1. Actividades del proyecto

ACTIVIDAD	PRODUCTO
Planeación, formulación y estudio de viabilidad para adquirir el sistema automatizado de producción HAS 200 para la EEIE.	Documento de presentación del proyecto
Presentación, seguimiento y soporte del proyecto ante el Banco de proyectos de la Universidad, para solicitar los recursos de adquisición y montaje del sistema en la EEIE.	Registro del trámite ante el Banco de Proyectos de la UIS.
Gestión de compra de la herramienta de producción automatizada.	Compromiso de fecha de entrega del sistema HAS 200 por parte del proveedor.
Gestión de adquisición de la infraestructura requerida para el montaje del sistema en la EEIE.	Infraestructura física requerida para el funcionamiento del sistema HAS 200
Adecuación del espacio y la infraestructura en el que funcionará el laboratorio.	
Montaje del sistema en el aula destinada para tal fin.	Sistema HAS 200 implementado o Instrucciones para el montaje del sistema en el laboratorio
Diseño y desarrollo de las prácticas de laboratorio.	Manual de prácticas a desarrollar en el laboratorio, protocolos y reglamentos para el uso y mantenimiento del sistema HAS 200
Diseño y desarrollo del reglamento y protocolos de uso del laboratorio.	



Estas actividades serán desarrolladas en el presente trabajo



Estas actividades serán llevadas a cabo posterior a la aprobación del proyecto por parte del Banco de Programas y Proyectos de la Universidad. Durante el presente trabajo se construirá el plan detallado que deberá realizarse cuando esta etapa de evaluación y aprobación financiera sea superada.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ESCUELA

### 2.1. MISION<sup>2</sup>

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, orientada por la Misión de la Universidad Industrial de Santander, es una organización académica adscrita a la Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas que tiene como propósitos fundamentales la docencia, investigación y extensión, para la formación integral de personas profesionales a nivel de pregrado y posgrado, capaces de diseñar, emprender, dirigir, gestionar y mejorar sistemas generadores de bienes y servicios; contribuyendo con el desarrollo tecnológico y empresarial de la sociedad.

Su accionar se fundamenta en el conocimiento científico, la calidad, el aporte social, la transparencia de sus procesos y el respeto del ser humano y su entorno.

### 2.2. VISION 2012<sup>3</sup>

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, será un actor con perspectiva y reconocimiento nacional e internacional que forma integralmente y con alta calidad profesional y ética a sus egresados a nivel de pregrado y posgrado. Asimismo, a través de la investigación y extensión será partícipe de aportes a la ciencia y tecnología, y al crecimiento y desarrollo de las unidades productivas de la región y el país.

### 2.3. BREVE RESEÑA HISTORICA<sup>4</sup>

La Universidad Industrial de Santander es un ente universitario autónomo del orden departamental, con personería jurídica y patrimonio independiente y creada mediante Ordenanzas números 41 de 1940 y 83 de 1947 de la Asamblea Departamental de Santander. Inició sus actividades académicas el 1° de Marzo de 1948 con tres (3) profesores, quince (15) estudiantes y tres (3) carreras: Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica.

Al final de la década de 1950, comenzó a comprenderse en Colombia el potencial enorme que guardaba para las empresas el uso de personal especializado en el análisis y diseño de organizaciones de trabajo. Para esta labor se requería de un tipo de profesional especial, capaz de comprender la naturaleza de los diferentes elementos constituyentes de un sistema productivo y capaz de establecer en consecuencia las especificaciones generales de trabajo, que más convinieran al balance armónico de dichos elementos.

Es así como el Dr. Guillermo Camacho Caro, apoyado por el rector Dr. Rodolfo Low Maus creó en la UIS la primera Facultad de Ingeniería Industrial existente en Colombia, según acuerdo número 3

---

<sup>2</sup> Fuente: Acta de Claustro de profesores EEIE No. 015 del 21 de septiembre de 2007.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> Fuente: Documento de reforma programa de Ingeniería Industrial. Página 10

del 29 de Octubre de 1958, al cual el Comité Administrativo de la Asociación Colombiana de Universidades ASCUN, otorgó autorización para iniciar labores bajo la dirección de su creador.

Por medio del Acuerdo número 22 del 6 de Julio de 1960, la misma entidad, concedió la licencia profesional para seguir funcionando, por reunir los requisitos indispensables para capacitar ingenieros idóneos. Según concepto de la primera Comisión Docente que la inspeccionó y posteriormente por Acuerdo número 18 de Agosto 2 de 1961, se aprobó en forma definitiva la Facultad de Ingeniería Industrial de la UIS.

El sábado 10 de Septiembre de 1966, se inauguró oficialmente el actual edificio de Ingeniería Industrial, siendo rector de la Universidad el Doctor Juan Francisco Villarreal.

En 1967 se efectuaron cambios fundamentales en la estructura de la Universidad Industrial de Santander en las áreas académicas y administrativas. La gestión académica se organizó con base en departamentos, con el propósito de estimular el desarrollo de áreas de conocimientos diferentes a las específicas de las Ingenierías. A partir de este momento la Facultad se convirtió en Departamento de Producción Industrial, que posteriormente en la UIS se llamó Departamento de Ingeniería Industrial.

En Agosto y Octubre de 1993, se iniciaron en el Departamento de Ingeniería Industrial los programas académicos de las especializaciones en Gerencia de la producción - Mejoramiento continuo y en Alta Gerencia.

El 22 de Diciembre de 1993, El Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander mediante Acuerdo número 166 expide el nuevo Estatuto General de la UIS con base en la Ley 30 de 1992. Dentro de este Estatuto, se concibe la ESCUELA como célula básica de la organización académica y la define como la unidad académica - administrativa dependiente de una Facultad, que agrupa campos y disciplinas de conocimientos afines y desarrolla programas curriculares de Pregrado o Posgrado, de investigación y de extensión, de conformidad con las políticas y directrices de la Universidad.

Con base en el Estatuto General de la UIS, el Consejo Superior modificó la estructura organizacional de la Universidad mediante Acuerdo número 057 del 7 de Septiembre de 1994. A partir de este momento el Departamento de Ingeniería Industrial se convirtió en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, adscrita a la Facultad de Ingeniería Fisicomecánicas.

La Escuela se ha hecho desde entonces y hasta la fecha un camino y una trayectoria, cuyo impacto puede estimarse no solo por el relevante papel que ha jugado en la educación del país como formadora y como precursora del programa, sino por la calidad de sus estudiantes y docentes, que concuerdan con el perfil característico de toda la comunidad universitaria, reconocida en el medio como de excelente calidad.

El entorno brindado a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la UIS, ha permitido la formación de profesionales integrales capaces de dirigir con sensatez y sabiduría, siendo un gran aporte para el desarrollo del país; y es función de la Universidad garantizar que dichas condiciones se mantengan y mejoren de acuerdo con las necesidades cambiantes del mercado.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN

El Banco de Programas y Proyectos de la Universidad Industrial de Santander -BPPUIS-, dependencia adscrita a Planeación, es el órgano encargado de recibir, analizar, evaluar y sugerir la aprobación o no aprobación al Consejo Superior de los diferentes proyectos que cada una de las Dependencias, Unidades Académico Administrativas y Departamentos de la Universidad, realizan a través de solicitudes formales de apoyo financiero y logístico.

Por el impacto estimado y los recursos necesarios para su implementación, el presente proyecto ha sido preparado por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales para ser sometido a evaluación por parte del BPPUIS, y es por ende formulado bajo la metodología sugerida por dicha instancia. Ésta se describe a continuación<sup>5</sup>:

#### 3.1. PROCEDIMIENTO

Tabla 2. Procedimiento BPPUIS

No.	Etapa	Actividad	Responsable	Resultado	Duración
1.	Formulación del Proyecto	Identificar las necesidades de inversión de las U.A.A.	Director del Proyecto	Documento del proyecto.	Según programación establecida por la U.A.A. para los procesos de formulación de sus proyectos
		Elaborar las propuestas para dar respuesta a las necesidades identificadas.			
		Buscar información sobre proyectos relacionados o similares dentro de la U.A.A. o de otras U.A.A. con el fin de evitar duplicidad de esfuerzos o de utilización de recursos.			
		Elaborar y estructurar la propuesta con base en los conceptos de formulación de proyectos de inversión.			
		Pedir concepto técnico de la División de Servicios de información en caso que se desee adquirir equipos de cómputo y a la División de Mantenimiento en caso de adquirir otro tipo de.			
		Diligenciar los formatos correspondientes a la metodología escogida según el proyecto. (Tipo A, Menor).			
		Evaluar y aprobar el proyecto según los requerimientos de la U.A.A.			
2.	Radicación del Proyecto	Entregar oficialmente en la Oficina de Planeación el documento (impreso y en versión digital) del proyecto con la documentación requerida.	Director del Proyecto	Proyecto de Inversión radicado en el	De una a dos semanas. Sujeta a la

<sup>5</sup> Documentos guía Oficina de Planeación. Universidad Industrial de Santander.

No.	Etapa	Actividad	Responsable	Resultado	Duración
		Revisar el documento entregado y dar visto bueno para la radicación del proyecto según los requerimientos establecidos.	Administrador del BPPIUIS Planeación Física	BPPIUIS con código asignado	cantidad de proyectos presentados
		Retroalimentar al Director del Proyecto sobre los resultados de la revisión de la documentación entregada.	Administrador del BPPIUIS		
		Complementar la documentación y enviarla a la Oficina de Planeación.	Director del Proyecto		
		Incluir el Proyecto en el Sistema del BPPIUIS una vez recibido el visto bueno de la Oficina de Planeación.	Director del Proyecto		
3.	Viabilización del proyecto	Identificar posibles evaluadores interno y externo del proyecto.	Administrador del BPPIUIS	Concepto de Viabilización del Proyecto	De dos a cuatro semanas. Sujeta a la cantidad de proyectos por evaluador y ajustes o modificaciones sugeridas.
		Asignar evaluadores y enviar la documentación requerida para emitir concepto de viabilidad.	Administrador del BPPIUIS		
		Analizar la documentación del proyecto y emitir concepto de viabilidad.	Evaluador Interno y Evaluador Externo		
		Retroalimentar al Director del Proyecto sobre los resultados de las evaluaciones interna y externa.	Administrador del BPPIUIS		
		Dar respuesta a las observaciones realizadas por los evaluadores en caso de que el concepto para el proyecto sea de "sujeto a modificaciones" o "no viable".	Director del Proyecto		
		Viabilizar Institucionalmente el Proyecto con base en los conceptos de viabilidad emitidos por los evaluadores.	Administrador del BPPIUIS		
4.	Elegibilidad del Proyecto	Identificar los proyectos viabilizados que serán sometidos al proceso de elegibilidad según los criterios de priorización establecidos.	Administrador del BPPIUIS	Concepto de Elegibilidad del Proyecto	Una semana
		Aprobar la elegibilidad de los proyectos debidamente viabilizados, según criterios de priorización establecidos.	Comité Asesor		
		Retroalimentar a los Directores de los Proyectos los resultados del Proceso de Elegibilidad.	Administrador del BPPIUIS		
5.	Aprobación financiera del Proyecto	Emitir certificación de disponibilidad presupuestal para dar aprobación financiera a los proyectos de inversión de las U.A.A.	Jefe de Presupuesto	Concepto de Aprobación Financiera del Proyecto	De dos a cuatro semanas. Sujeta a la programación de la sesión del Consejo Superior.
		Aprobar y dar visto bueno de los resultados del Proceso de Priorización de los proyectos para la fase de Inversión respectiva.	Consejo Superior de la Universidad		
		Asignar recursos para la ejecución de los proyectos según disponibilidad presupuestal de la Universidad.	Consejo Superior de la Universidad		
		Retroalimentar a los Directores de los Proyectos los resultados de la aprobación y visto bueno del Proceso de Priorización y asignación de recursos.	Administrador del BPPIUIS		

### 3.2. PROTOCOLO

Para la presentación de los proyectos ante el Banco, es necesario el envío de la siguiente documentación:

- Aval del Consejo de Escuela y del Consejo de Facultad
- Documento del proyecto y fichas metodológicas
- Planos y especificaciones técnicas: hidrosanitarias, eléctricos y/o de aire acondicionado, estructurales, de cableado estructurado, de distribución arquitectónica, de amueblamiento
- Memorias de diseño: hidrosanitarias, eléctricas y estructurales
- Especificaciones técnicas y/o descripción detallada de equipos de laboratorio, maquinaria, equipo automotor, equipo audiovisual, equipo de oficina, equipo de cómputo y demás
- Certificación de aprobación de los presupuestos, planos y especificaciones técnicas y demás información suministrada sobre construcciones, obras y mejoras en propiedad ajena y/o adecuaciones, expedidas por la sección de Planeación Física de la Oficina de Planeación
- Certificación de aprobación de las especificaciones técnicas de los equipos de laboratorio, maquinaria, equipo automotor, equipo audiovisual, equipo de oficina, equipo de cómputo y demás, expedidos por la División de Mantenimiento Tecnológico y/o la División de Servicios de Información
- Cotizaciones de los ítems presupuestados
- Otros anexos: estudios, resoluciones, certificaciones y demás soportes que sean considerados pertinentes para documentar debidamente el proyecto

### 3.3. FORMATOS

La metodología sugerida por el Banco requiere el diligenciamiento de los siguientes formatos; esta información será posteriormente ingresada al sistema de Información de la Universidad:

#### **Modulo 1: identificación del proyecto**

- Formato ID-01: descripción del problema o necesidad
- Formato ID-02: objetivos del proyecto
- Formato ID-03: población y zona afectada, y población objetivo del proyecto
- Formato ID-04: descripción de la situación actual y su evolución
- Formato ID-05: descripción y cuantificación de la necesidad o problema

- Formato ID-06: cuantificación de la demanda y oferta del bien y/o servicio, y determinación del déficit.
- Formato ID-07: principales alternativas del proyecto
- Formato ID-08: descripción de la alternativa

### **Modulo 2: preparación y evaluación del proyecto**

- Formato PE-01: descripción y cuantificación de los principales beneficios del proyecto
- Formato PE-02: presupuesto de obra del proyecto
- Formato PE-03: costos de inversión de la alternativa
- Formato PE-04: costos de operación y mantenimiento de la alternativa
- Formato PE-05: capacidad instalada
- Formato PE-06: resumen de costos de la alternativa
- Formato PE-07: efecto ambiental de la alternativa
- Formato PE-08: selección de la alternativa de mínimo costo
- Formato PE-09: marco institucional

### **Modulo 3: financiamiento y sostenibilidad del proyecto**

- Formato FS-01: fuentes de financiación de la inversión del proyecto
- Formato FS-02: financiación de la operación del proyecto
- Formato FS-03: sostenibilidad del proyecto
- Selección del nombre del proyecto

### **Identificación**

- Formato EBI-01: clasificación
- Formato EBI - 02: localización
- Formato EBI - 03: justificación del proyecto
- Formato EBI - 04: descripción de la alternativa
- Formato EBI - 05: financiación de la inversión
- Formato EBI - 06: costos anuales de operación del proyecto
- Formato EBI - 07. Impacto del proyecto

### **Principales indicadores del proyecto**

- Formato EBI - 08: estudios y documentos que respaldan el proyecto
- Formato EBI - 09: diligenciamiento
- Formato EBI - 10: observaciones del proyecto

## 4. IDENTIFICACIÓN DE PROYECTO

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las Instituciones de Educación Superior del país comprometidas con el cumplimiento de su misión, adelantan constantemente iniciativas para fortalecer la calidad de la educación que ofrecen a sus estudiantes y que fundamenta el desempeño de sus profesionales.

A través de una mirada global de la situación del país, se identifica que las condiciones propias de Colombia como nación en proceso de desarrollo económico y social, sumado a las limitantes culturales, el acceso restringido a la tecnología y los recursos escasos para la inversión y la investigación, hacen que los esfuerzos adelantados por las universidades y el compromiso de los egresados en el ejercicio de su profesión, sean insuficientes para alcanzar un nivel adecuado de progreso industrial. En el entorno nacional e internacional del país hay gran impacto de esta problemática, pues los niveles de desarrollo serán insuficientes para garantizar la sostenibilidad y proyección de las industrias.

El entorno educativo tiene la responsabilidad de identificar las necesidades de la sociedad y los cambios evidenciados con el objetivo de adaptarse a ellos y preparar sus estrategias de formación hacia estas nuevas demandas. La era del progreso en la que está inmersa el mundo y que comienza a transformarse en la era del cambio continuo, dificulta la tarea de la educación, que requiere según los expertos una migración hacia una experiencia de aprendizaje mediado<sup>6</sup>, entendiéndose esta como el papel que el docente debe asumir frente a sus estudiantes, facilitando más que la transmisión de conocimientos la identificación y cultivo de fortalezas y el desarrollo de las competencias que le permitan reaccionar frente a los cambios con plena autonomía. Las Escuelas deben modificar su estructura para convertirse en centros de recursos para el aprendizaje, deben convertirse en laboratorios desde donde se analice la realidad<sup>7</sup>.

De otra parte, elementos como un mayor acceso a la información (a través de herramientas como Internet) han generado un crecimiento de las necesidades y expectativas de los estudiantes que hoy en día ingresan a las Instituciones de Educación Superior del país (IES), en razón a su mayor capacidad de análisis de la pertinencia de los conceptos recibidos en las aulas frente a las necesidades evidenciadas en las empresas. Las nuevas condiciones demandan mayor aporte por parte de las instituciones educativas, quienes con el fin de fortalecer la formación de sus estudiantes y considerando el cambio de paradigma necesario en este proceso, encuentran pertinente realizar inversiones en la adquisición de herramientas para la actividad experimental que genere un aprendizaje significativo y concentran sus esfuerzos en estrechar los lazos Universidad – Empresa, para a través de esta relación viabilizar el desarrollo de prácticas, la investigación y la caracterización de las actividades propias de las industrias.

---

<sup>6</sup> Fuente: El perfil del profesor mediador. Lorenzo Tébar Belmonte. Página 7.

<sup>7</sup> Ibíd. Página 10

Considerando estas condiciones, el compromiso de la Universidad con el desarrollo regional y nacional y el perfil del programa de Ingeniería Industrial de la UIS, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (unidad que tiene a su cargo el programa), propone implementar una herramienta automatizada de producción para que a través de su exploración y estudio, y el desarrollo de actividades de mediación docente, pueda hacer de sus estudiantes profesionales competentes<sup>8</sup> con fortalezas en la toma de decisiones ante uno de los factores determinantes del desarrollo industrial de la era: la tecnología.

Aunque en Colombia se han adelantado esfuerzos por brindar a los estudiantes espacios de formación en sistemas automatizados, son pocas las instituciones que han cristalizado esta iniciativa, existiendo el vacío y la oportunidad para que la UIS continúe a la vanguardia en los desarrollos y avances que con respecto a la Ingeniería Industrial se presentan. Al interior de la Universidad la necesidad está insatisfecha, ya que pese al desarrollo de algunos proyectos, en estos laboratorios los nuevos elementos de aprendizaje y la posibilidad de desarrollar habilidades de interacción y conocimiento de la tecnología son muy limitados.

#### 4.2. EVOLUCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La competitividad y productividad de Colombia frente a otros países se ve fuertemente deprimida por las limitantes que existen para la estimulación y el adecuado nivel de los factores que determinan su desarrollo. Según el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), la competitividad de un país se define como "...el grado en el que puede producir bienes y servicios capaces de competir exitosamente en mercados globalizados y a la vez mejorar las condiciones de ingreso y calidad de vida de su población; y es el resultado de la interacción de múltiples factores relacionados con las condiciones que enfrenta la actividad empresarial y que condicionan su desempeño, tales como infraestructura, talento humano, ciencia y tecnología, instituciones, entorno macroeconómico, y productividad<sup>9</sup>".

La cualificación del talento humano, junto a los recursos disponibles y la tecnología que pueda implementarse se convierten en las variables clave para generar el desarrollo económico de un sector o país. Aunque el trabajo ya desarrollado en Colombia ha permitido mejorar tasas de analfabetismo y cobertura en la educación media, se requieren esfuerzos para fortalecer la educación superior a nivel profesional y tecnológico en calidad y cobertura<sup>10</sup>.

Aunque la Universidad Industrial de Santander como Institución educativa de reconocida excelencia académica, se encuentra dentro de los mejores centros de formación del país, es consciente de los campos en que es necesario fortalecer su presencia y su accionar. Sus directivos, docentes y profesionales de apoyo, trabajan en pro de la identificación, formulación y puesta en marcha de estrategias que contribuyan al desarrollo regional y nacional.

---

<sup>8</sup> Lorenzo Tébar Belmonte, en su libro "El perfil del profesor mediador", página 15, define competente como: "...saber activar, en una situación dada, los conocimientos y las experiencias adquiridas". Menciona, que el simposio sobre "competencias claves para Europa (Consejo de Europa, 1196:44)" presenta un amplio repertorio (40 ítems) en torno a habilidades genéricas características de un ser competente, como: **aprender, buscar, pensar, comunicar, cooperar, emprender, adaptarse.**

<sup>9</sup> Fuente: Documento CONPES 3439 "Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad". Página 2. Agosto de 2006.

<sup>10</sup> *Ibíd.* Página 10.

En esta vía, comparte la visión de instancias como el Sistema Nacional de Competitividad, y de programas como la Agenda Interna y la Visión Colombia II Centenario: 2019, los cuales proponen como alternativa de transformación productiva el generar más y mejores bienes y servicios, acudiendo para ello entre otros elementos a la innovación y el desarrollo tecnológico<sup>11</sup>. Con este objetivo, el gobierno central ha iniciado un ejercicio de despliegue regional de las estrategias planteadas para afrontar estos retos, encontrando en alianzas como “Universidad - Empresa - Estado” la posibilidad de definir de forma precisa los elementos emergentes necesarios para alcanzar esta nueva visión; la Universidad Industrial de Santander hace parte de este esquema.

En vista del reconocimiento que los Ingenieros Industriales de la UIS tienen por su fortaleza profesional en la dirección y manejo de sistemas productivos, la EEIE encuentra coherente y oportuno intervenir con nuevos elementos que propicien el uso de nuevas tecnologías e incentiven la innovación industrial. La formación del Ingeniero Industrial UIS, considera desde la estructura misma del plan de estudios las asignaturas teórico – prácticas que se muestran en la tabla 3, estructuradas para desarrollar en los estudiantes las siguientes competencias<sup>12</sup>:

- Diseñar estrategias que procuren el mejoramiento de la productividad, teniendo como soporte fundamental la creatividad, base de la innovación.
- Establecer parámetros de decisión, tendientes a seleccionar las mejores alternativas ó propuestas para el mejoramiento de la productividad.
- Autoconstruir: Desarrollo de habilidades y actitud personal de construir autónomamente con disposición de servicio a los demás.
- Diagnosticar y desarrollar propuestas en torno a los sistemas generadores de bienes y servicios, a partir de elementos como la cultura del personal, la tecnología involucrada en las actividades cotidianas, los estilos gerenciales con que se dirige la organización, el análisis del valor, la trayectoria comercial de la empresa, la información estadística, las estrategias planteadas por la gerencia y las políticas que se generan de ésta.
- Reflexionar y argumentar: Para analizar estrategias competitivas.
- Emprender y liderar: Permittedle concretar en la práctica, las propuestas diseñadas.
- Interpretar: para comprender sin dificultad, conceptos y teorías relacionados con programas afines, principalmente las Ingenierías, las ciencias humanas, la administración y la economía.

---

<sup>11</sup> Fuente: Presentación Lineamientos estratégicos de la política de competitividad y productividad. Sistema Nacional de Competitividad. Página 29.

<sup>12</sup> Fuente: Documento de reforma académica, numeral 3.3.4. Definición de competencias. Página 74

Tabla 3. Laboratorios ofrecidos en el plan de estudios

EXPERIENCIA PRÁCTICA	DESCRIPCIÓN
Laboratorios ciclo básico de ciencias	Física, Electromagnetismo y Estructuras computacionales. Estas prácticas son tomadas por los estudiantes en los primeros tres niveles del programa y se cursan en simultaneidad o posterior al curso de la asignatura.
Laboratorios ciclo básico de ingenierías	Resistencia de materiales, Principios de metalúrgica y Procesos de manufactura. Estas prácticas se realizan como cursos independientes dentro del plan de estudios entre los semestres cuarto y sexto y se cursan simultánea o posteriormente a la asignatura.
Laboratorios ciclo profesional (centrados en el componente de Dirección de Operaciones)	Métodos y Tiempos (Análisis de procesos <sup>13</sup> ), Control de Calidad (Ingeniería de la Calidad) y Diseño de Plantas (Diseño de sistemas productivos). Algunas de estas prácticas (que se cursan entre sexto y décimo nivel) son parte de las asignaturas, otras se cursan de forma independiente.
Prácticas semestrales	Durante su avance por la malla curricular del programa y una vez ingresan al ciclo profesional, los estudiantes desarrollan como trabajos adicionales a las clases experiencias específicas en empresas sobre la temática que se estudia en las asignaturas. Bajo este enfoque se llevan a cabo trabajos de clase en las asignaturas: Métodos y Tiempos (Análisis de procesos), Control de Calidad (Ingeniería de la Calidad), Control de Producción I (Dirección de procesos I), Administración de Salarios (Sistemas de Compensación), Seguridad Industrial (Salud Ocupacional) y Evaluación de Proyectos (Gestión de Proyectos).
Trabajo de grado	Es la experiencia práctica por excelencia concebida como un trabajo integrador que permite a los estudiantes la aplicación de todos los conceptos aprendidos durante su proceso de formación. Es desarrollado por los estudiantes en el décimo nivel de su carrera.

La implementación de este nuevo laboratorio para cuyo montaje la Escuela dispone de los espacios y gestiona los recursos necesarios, permitirá contribuir de manera relevante al cambio en la cultura empresarial del país y por ende en sus decisiones estratégicas, no solo en razón a la presencia que la Universidad hace a través de sus egresados en todas las regiones de Colombia, sino a través del establecimiento de nuevos espacios de investigación, que permitirán a diferentes grupos de trabajo de la Universidad y la región explorar la conformación estructural de estas herramientas y hacer aportes para su adaptación y evolución.

De no tomar acciones para desarrollar en los estudiantes del programa las habilidades y competencias para direccionar las industrias hacia su transformación industrial, el país se verá enfrentado a una situación de baja competitividad que limitará y disminuirá la posibilidad de sus empresas de subsistir y crecer, caminando además en contravía de las recomendaciones y lineamientos que la nación hace, y que espera que sus IES como los primeros agentes transformadores del país desarrollen e implementen.

### 4.3. PROYECTOS PREVIOS

En el transcurso de los años la EEIE ha adelantado diferentes iniciativas encaminadas a brindar a los estudiantes herramientas prácticas de automatización. Tal es el caso del laboratorio de Control Numérico Computarizado CNC que se gestionó ante la Universidad en conjunto con la Escuela de

<sup>13</sup> Asignatura equivalente en el nuevo plan de estudios

Ingeniería Mecánica, y a través del cual se gestionó la adquisición de máquinas CNC y software especializado. Estas herramientas permiten a los estudiantes que toman la asignatura, interactuar con este tipo de sistemas y conocer el lenguaje básico que rige el universo de la automatización; presenta sin embargo limitaciones en su alcance, pues no permite plantear situaciones industriales reales ni analizar el comportamiento de los estudiantes ante una falla, un retraso o discrepancias en la programación.

En otra iniciativa, la Escuela planteó ante la Universidad un proyecto para dotar el Laboratorio de automatización de Procesos de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, cuyo objetivo fue “Adquirir los equipos necesarios para iniciar el proceso de dotación del Laboratorio de Automatización de Procesos la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales” y específicamente “Adquirir un robot didáctico con sus respectivos accesorios e iniciar la dotación de un laboratorio que permita capacitar a los estudiantes de Ingeniería Industrial en automatización de procesos”. Este proyecto, propuesto en el año 2002 fue suspendido por factores externos y su planteamiento sirvió de base para el presente proyecto.

De otra parte, la Escuela trabaja herramientas software de simulación, como PROMODEL y ARENA, software que brindan a los estudiantes espacios para definir mediante programación, escenarios en sistemas productivos altamente automatizados.

#### **4.4. ANTECEDENTES DE LA INICIATIVA EN LA EEIE**

Reconocidas instituciones en el país han adelantado estudios que sustentan la situación por la que pasan las industrias colombianas en cuanto a adopción de tecnología en sus procesos productivos. En un sondeo que realizó la revista Dinero<sup>14</sup> entre las 1.000 empresas más grandes del país, encontró que: “...el 45% del valor de la inversión de estas firmas se hace en infraestructura tecnológica, la parte más básica de la pirámide que comprende computadores, redes, cables y dispositivos portátiles, entre otras cosas. El 31% de la inversión se hace en la capa intermedia o transaccional, esto es, en programas que realizan operaciones empresariales importantes: ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), entre otros”.

El sondeo de Dinero también muestra que apenas el 24% de los recursos se destinan a las funciones que aparecen en la cima de la pirámide, que son las que agregan valor tanto en la generación de información, como en operaciones estratégicas que ayudan a la diferenciación de las empresas (12%). Esa podría ser una muestra de que en Colombia se necesita un vínculo más estrecho entre los encargados de la tecnología y los presidentes de las compañías. La información tiene que servir más al objetivo de los negocios. Debe ser una herramienta no solo para bajar costos, sino para agregar valor y diferenciar a la empresa”.

En otro de sus artículos menciona<sup>15</sup>: “...Todos estos avances van a aumentar la brecha de conocimiento entre países desarrollados y en vías de desarrollo, como Colombia, a menos que se tomen medidas para acelerar en forma significativa el desarrollo tecnológico. Uno de los factores

---

<sup>14</sup> Tomado de: Revista Dinero versión electrónica. Edición 249 de 16 de marzo de 2006. Artículo “Valor de la inversión en tecnología en las 1000 empresas colombianas más grandes”. [http://www.dinero.com/wf\\_InfoArticulo.aspx?IdArt=24802](http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=24802)

<sup>15</sup> Tomado de: Revista Dinero versión electrónica. Edición 249 de 16 de marzo de 2006. Artículo “Avances en ciencia y tecnología y la educación superior”. [http://www.dinero.com/wf\\_InfoArticulo.aspx?IdArt=24851](http://www.dinero.com/wf_InfoArticulo.aspx?IdArt=24851)

fundamentales para lograr avances es una mayor inversión en ciencia y tecnología de parte de los sectores público y privado. Actualmente, la inversión en ciencia y tecnología en Colombia es del 0,2% del PIB, mientras que en Brasil es del 1,0%, en China del 1,2% y en Estados Unidos y Japón es del 3,0%. Colombia ocupa el puesto 74 entre 117 países en el Índice de Tecnología que calcula el Foro Económico Mundial y el puesto 87 en cuanto a la disponibilidad de científicos e ingenieros en el territorio.

El incremento en la inversión es necesario. El acercamiento de la industria y el sector académico constituye otra condición de gran importancia. Se están dando pasos en esta dirección, como la de ocho universidades de Antioquia y el sector productivo; y el de algunas otras, entre ellas la Universidad Nacional, la Universidad del Valle y la Universidad de los Andes...

...En síntesis, el cierre de la brecha tecnológica solamente se puede dar con un esfuerzo concertado entre el sector público, el sector productivo y la academia, que comprenda el incremento sustancial en los recursos que se invierten en ciencia y tecnología, y la mejora sustancial en la calidad de la educación superior, particularmente en posgrado e investigación. El gobierno tiene la capacidad de generar grandes movimientos hacia el cambio. Las empresas y las universidades tienen la gran responsabilidad de avanzar con audacia en este camino”.

Considerando la situación problemática expuesta y la posibilidad de adquirir una herramienta de producción automatizada como alternativa para contribuir a su solución, la EEIE desarrolló un trabajo de identificación de las posibilidades del mercado, consultando diferentes proveedores y participando de ferias como la “I Feria Internacional de Materiales y Equipos de Tecnología en el Sector de la Educación, Investigación y Formación Superior –INTERDIDACTIC COLOMBIA 2006-”, feria desarrollada para mostrar el equipamiento tecnológico de vanguardia disponible para la educación<sup>16</sup>. Allí fueron identificados importantes proveedores y analizadas diferentes herramientas con diversas características. Algunas de las principales agencias con herramientas disponibles fueron:

- Ricoh (Japón)
- 3B Scientific GMBH (Alemania)
- LD Didactic GMBH (Alemania)
- SMC International Training (Estados Unidos)
- Festo (Alemania)
- Vallezur S.A. (España)
- Alecop (España)
- Audio Concert (Argentina)
- Edu4 (Francia)
- Fronius (Austria)

En razón a sus particularidades, las ventajas y desventajas de cada instrumento son en pocas ocasiones comparables. Pese a ello en su análisis respecto a las necesidades identificadas en la Escuela, la EEIE consideró pertinente el sistema HAS 200TM de MSC International Training por las siguientes condiciones:

---

<sup>16</sup> Fuente: Invitación a la feria

- HAS 200TM es un instrumento de aprendizaje que permite a los estudiantes analizar un proceso productivo típico bajo un entorno totalmente automatizado considerando eventos fuera de control y fallas que ponen a prueba las capacidades de los estudiantes, permitiendo aplicar conceptos de Ingeniería sobre los productos y procesos desarrollados. Es más que una herramienta de simulación, es una fábrica.
- La herramienta diseñada específicamente para el aprendizaje de sistemas automatizados de producción, contó en su diseño con la participación de instituciones de educación superior y centros de capacitación tecnológica de los Estados Unidos que aportaron los elementos considerados relevantes en el proceso de aprendizaje estudiantil.
- El proveedor de la herramienta (MSC International Training), es la división didáctica de MSC Corporation, líder mundial en automatismos y componentes neumáticos.
- HAS 200TM ha sido implementado con éxito a nivel mundial en Instituciones de Educación Superior e Industrias como<sup>17</sup>:
  - U.T Troyes (Troyes- Francia)
  - SA de CV (Méjico DF- Méjico)
  - TKNKA (Gipuzkoa- España)
  - West Nottinghamshire College (Mansfield- Reino Unido)
  - Columbia Gorge Community College (Oregon- Estados Unidos)
  - Chemeketa Community College (Oregon- Estados Unidos)
  - Arizona Estate University (Arizona- Estados Unidos)
  - Central Arizona College (Arizona- Estados Unidos)
  - Mesa Community College (Arizona-Estados Unidos)
  - Pima Community College (Arizona-Estados Unidos)
  - Southwestern Texas State University (Texas- Estados Unidos)
  - Doña Ana Branch Community College (New Méjico- Estados Unidos)
  - San Juan Community College (New Méjico- Estados Unidos)
  - Hillsborough Community College (Florida- Estados Unidos)
  - Quinsigamond Community College (Massachussets - Estados Unidos)
  - Bristol Community College (Massachussets- Estados Unidos)
  - Mohawk Valley Community College (New York - Estados Unidos)
  - Maricopa Skill Center (Arizona- Estados Unidos)
- Ninguna universidad en el país ha adquirido una herramienta de características similares, dando a la Universidad Industrial de Santander la oportunidad de iniciar esta cultura y hacer uso de las ventajas del sistema en el proceso de formación de los Ingenieros Industriales.

Evaluadas sus características y las necesidades de inversión, la EEIE considera pertinente su adquisición y prepara para ello la justificación del proyecto ante la Universidad.

---

<sup>17</sup> Documento de presentación de HAS 200TM. Casyber Ltda., MSC International Training.

#### 4.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO PARA BPPUIS

- **General**

Implementar el sistema automatizado de producción HAS 200TM, para los estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS como herramienta de práctica y desarrollo de competencias en tecnología e innovación.

- **Específicos**

- Gestionar los recursos ante la Universidad para la inversión y operación del laboratorio de producción automatizada de la EEIE.
- Realizar la negociación y compra del sistema HAS 200TM, bajo la coordinación de la Oficina de Contratación de la Universidad.
- Hacer el montaje del sistema en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

#### 4.6. POBLACION AFECTADA Y OBJETIVO

Población afectada:

De una parte, los estudiantes de Ingeniería Industrial, de la Especialización en Gerencia de la Producción y Mejoramiento Continuo y de la Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS, quienes requieren fortalecer su formación y adquirir los criterios que le permitan hacer un mejor aporte en la toma de decisiones empresariales en adquisición o renovación de tecnología. En promedio el programa de Ingeniería Industrial tiene 1200<sup>18</sup> estudiantes por semestre, la Especialización (cuyo currículo se reevalúa para ser ofrecida nuevamente a partir del 2008) tiene 30 estudiantes por año (una cohorte) y la Maestría (cuya estructura se prepara para ser abierta en el año 2008) tendrá 9 estudiantes por año.

De otra parte, el grupo de docentes que soportan la academia, investigación y extensión del área de Dirección de Operaciones de la Escuela, quienes encontrarán en la celda automatizada de producción una herramienta de soporte a sus labores. Son en la Escuela 4 docentes de planta y 8 de cátedra.

El grupo representativo de los estudiantes (pertenecientes al pregrado) provienen del departamento de Santander<sup>19</sup> e inician sus estudios entre los 16 y 18 años<sup>20</sup>, siendo jóvenes activos, con grandes capacidades intelectuales y excelente desempeño académico (garantizado por el proceso de admisión de la Universidad). Al interior de la Institución, el programa de

---

<sup>18</sup> Fuente: Sistema de información académico UIS

<sup>19</sup> Según el documento UIS en cifras 2006 (Cuadro 16. Página 33) alrededor del 80% de los estudiantes admitidos a la UIS provienen del departamento de Santander.

<sup>20</sup> Según el documento UIS en cifras 2006 (Cuadro 15. Página 32) el 60% de los estudiantes que ingresaron a la Universidad en el año 2006 se encuentran en este rango

Ingeniería Industrial presenta uno de los puntajes de corte más altos entre los programas de pregrado presenciales<sup>21</sup>.

Aunque los estudiantes de Ingeniería Industrial pueden iniciar sus estudios en cualquiera de las sedes de la Universidad (campus central o regionales en Barrancabermeja, Socorro, Málaga y Barbosa), una vez inician el ciclo profesional de formación todos deben trasladarse a la sede principal en la ciudad de Bucaramanga, razón por la cual la población objetivo del proyecto se encuentra concentrada en el campus principal de la UIS.

Población objetivo:

De una parte, los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial que se encuentran en ciclo profesional, fase de su formación en la que fortalecen el componente de Dirección de Operaciones. Inicialmente, se considerará el grupo poblacional que cursa las asignaturas Control de Producción I y Sistemas Flexibles de Manufactura (electiva), siendo en promedio 150 estudiantes por semestre<sup>22</sup>. Posteriormente y en razón al avance de los estudiantes en la malla curricular del programa luego de su reforma<sup>23</sup>, se considerarán los estudiantes que cursarán las asignaturas Dirección de procesos I, Dirección de Procesos II, Ingeniería de la Calidad y Sistemas de Manufactura Flexible, siendo en promedio 390 estudiantes semestrales.

De otra parte, se contemplan los 30 estudiantes de la Especialización en Gerencia de la Producción – Mejoramiento Continuo y los 9 de la Maestría en Ingeniería Industrial, por encontrarse pertinente que durante todo su proceso de formación reciban la formación planteada.

La descripción detallada del cálculo de la población se asocia con la cuantificación de la demanda, cálculos mostrados en la sección 4.7.

#### **4.7. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA DEMANDA Y OFERTA DEL BIEN O SERVICIO**

Identificado el problema como la condición de desventaja competitiva de las industrias del país, una alternativa de solución como el desarrollo en los estudiantes de varios programas de la EEIE (en pregrado y posgrado) de las habilidades y fortalezas que les permitan ser competentes en la dirección de estas industrias haciendo uso de tecnología de avanzada y un mecanismo para la generación de estas competencias la adquisición de un sistema automatizado de producción combinado con técnicas de mediación que generen en los estudiantes un aprendizaje significativo, se cuantifica el servicio a ofrecer como el número de estudiantes atendidos en el laboratorio. De esta forma, se determina la demanda y oferta mostrada en las tablas 4 y 5:

---

<sup>21</sup>Fuente: Dirección de Admisiones y Registro Académico. Tabla 53 documento de Autoevaluación del programa de Ingeniería Industrial con fines de Renovación de la Acreditación.

<sup>22</sup>Fuente: Sistema de información académico UIS.

<sup>23</sup> El currículo del programa fue sometido a reforma cobijando a los estudiantes que ingresaron a la carrera a partir del primer semestre académico del año 2006. A la fecha y por efecto de este proceso de transición seleccionado, hay estudiantes en ciclo profesional que cursan las asignaturas del plan de estudios anterior; para el segundo semestre del año 2008 se espera que los estudiantes con el nuevo plan lleguen a cursar las asignaturas del componente de Dirección de Operaciones reformado.

Tabla 4. Cuantificación consolidada de la oferta y demanda del bien o servicio

AÑOS CALENDARIO	Año cero (0): 2007		
	Horizonte de Evaluación: 6 años		
	Nombre del bien o servicio: Experiencias de aprendizaje en Sistemas Automatizados de producción		
	Unidad de medida: Número de estudiantes atendidos		
	DEMANDA	OFERTA	DÉFICIT
2007	150	0	150
2008	339	189	150
2009	498	498	0
2010	858	858	0
2011	858	858	0
2012	858	858	0

El horizonte de evaluación del proyecto se ha definido en seis años, considerando los siguientes parámetros:

- La vida útil de la herramienta no está definida en la reglamentación general, pero puede estimarse considerando que sus componentes le catalogan como un equipo de laboratorio conformado por sensores, controladores, módulos de trabajo, equipos de cómputo y software. Con base en esto, se establece una vida útil de cinco años.
- Se requiere un año de pre-inversión para el trámite de compra, montaje, puesta en marcha y capacitación de docentes y auxiliares.

La demanda del servicio ha sido determinada con base en el número de estudiantes de pregrado y posgrado de la Escuela considerando la reforma de Ingeniería Industrial y el momento de inicio previsto para los programas de Posgrado (ya que la especialización y la maestría están en reforma y estructuración respectivamente).

La oferta del servicio iniciará a partir del segundo semestre del año 2008, en razón a que el primer semestre es necesario para la gestión de compra, instalación de la herramienta y capacitación de docentes y auxiliares.

Tabla 5. Cuantificación detallada de la oferta y demanda del bien o servicio

DEMANDA									OFERTA AL AÑO		
PREGRADO					POSGRADO - ESPECIALIZACIÓN	POSGRADO - MAESTRÍA	TOTAL SEM	TOTAL AÑO			
Año		Reforma		No reforma							
0	2 sem-07	4º semestre		Producción I	120				150	0	
				Electiva	30						
			<b>0</b>	Total semestre	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>150</b>			
1	1 sem-08	5º semestre		Producción I	120				150	339	189
				Electiva	30						
			<b>0</b>	Total semestre	<b>150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>150</b>			
	2 sem-08	6º semestre		Producción I	120						
			<b>0</b>	Total semestre	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>189</b>			
2	1 sem-09	Dirección de procesos I	120					189	498	498	
		Electiva	30								
		<b>150</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>189</b>					
	2 sem-09	Dirección de procesos I	120								
		Dirección de procesos II	120								
		Electiva	30								
		<b>270</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>309</b>					
3	1 sem-10	Dirección de procesos I	120					429	858	858	
		Dirección de procesos II	120								
		Ingeniería de la Calidad	120								
		Electiva	30								
		<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>					
	2 sem-10	Total semestre	<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>				
4	1 sem-11	Total semestre	<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>	858	858		
	2 sem-11	Total semestre	<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>				
5	1 sem-12	Total semestre	<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>	858	858		
	2 sem-12	Total semestre	<b>390</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>429</b>				
							<b>3561</b>	<b>3561</b>	<b>3261</b>		

#### 4.8. DESCRIPCIÓN DE LA ALTERNATIVA PARA EL PROYECTO

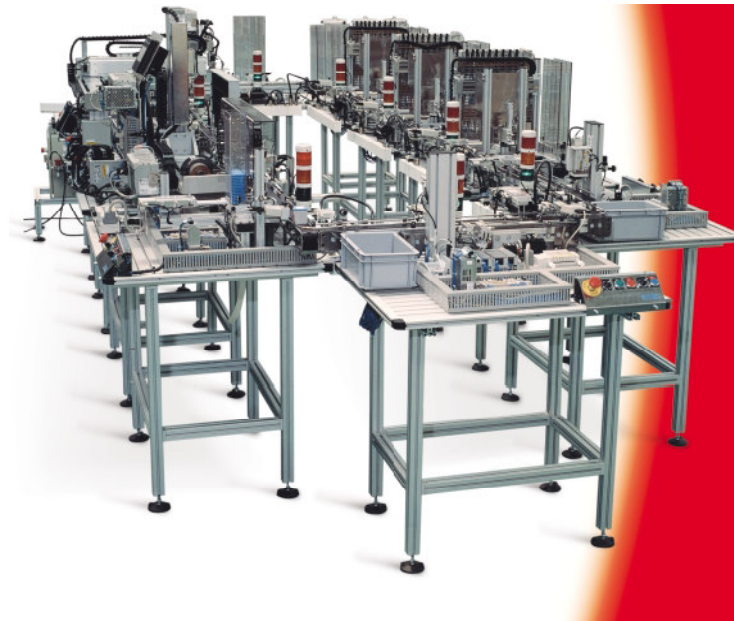


Figura 1. Panorámica de HAS 200TM

El sistema de producción automatizada HAS 200TM es una celda automatizada de producción que permite a los estudiantes desarrollar competencias en el análisis, operación e instalación de sistemas automatizados, así como en el diseño, programación, diagnóstico y optimización de estrategias de producción.

Es un sistema que reproduce un proceso productivo con alto nivel de automatización, permitiendo la fabricación de 19 productos diferentes. Su materia prima consta de recipientes con cuatro tipos de etiqueta: roja, azul, amarilla y multicolor. Dentro de estos recipientes se vierten perlas de colores rojo, azul y amarillo en cantidades diferentes, posibilitando 19 combinaciones distintas.



Figura 2. Materia prima de HAS 200TM



Figura 3. Productos generados en HAS 200TM

La fábrica está constituida por un sistema totalmente modular de hasta 11 estaciones de trabajo, en cada una de las cuales pueden trabajar hasta 4 estudiantes. La Figura 4 presenta el esquema general de organización del sistema, en el cual se involucran los siguientes módulos:

- Estación Uno. Alimentación de botes multicolor. Se encarga de suministrar al sistema recipientes vacíos del tipo multicolor para ser llenados posteriormente en las estaciones de producción.
- Estación Dos, Tres y Cuatro. Producción. Permiten la alimentación, llenado y pesado de los recipientes con los colores rojo, amarillo y azul respectivamente, así como del multicolor.
- Estación Cinco y Seis. Estaciones de chequeo. Miden la altura de la materia prima contenida en cada uno de los botes que proceden al chequeo.
- Estación Siete. Colocación de la tapa. Suministra tapas a todos aquellos recipientes que las requieran e imprime la etiqueta correspondiente con el número de lote y fecha para identificar el producto final.
- Estación Ocho. Almacén Vertical. Alberga 81 botes dispuestos en celdas verticales y unitarias.
- Estación Nueve. Almacén Horizontal. Almacena 56 botes dispuestos en 8 filas y 7 columnas.
- Estación Diez. Paletizado. Organiza y expide los lotes de fabricación agrupando el producto final en bloques de cuatro unidades, despachando los mismos una vez completo dicho lote. Dispone de dos rampas de paletizado y expedición.
- Estación Once. Almacén de Materia Prima. Almacena la materia prima: cajas, tapas y perlas de diferentes colores.

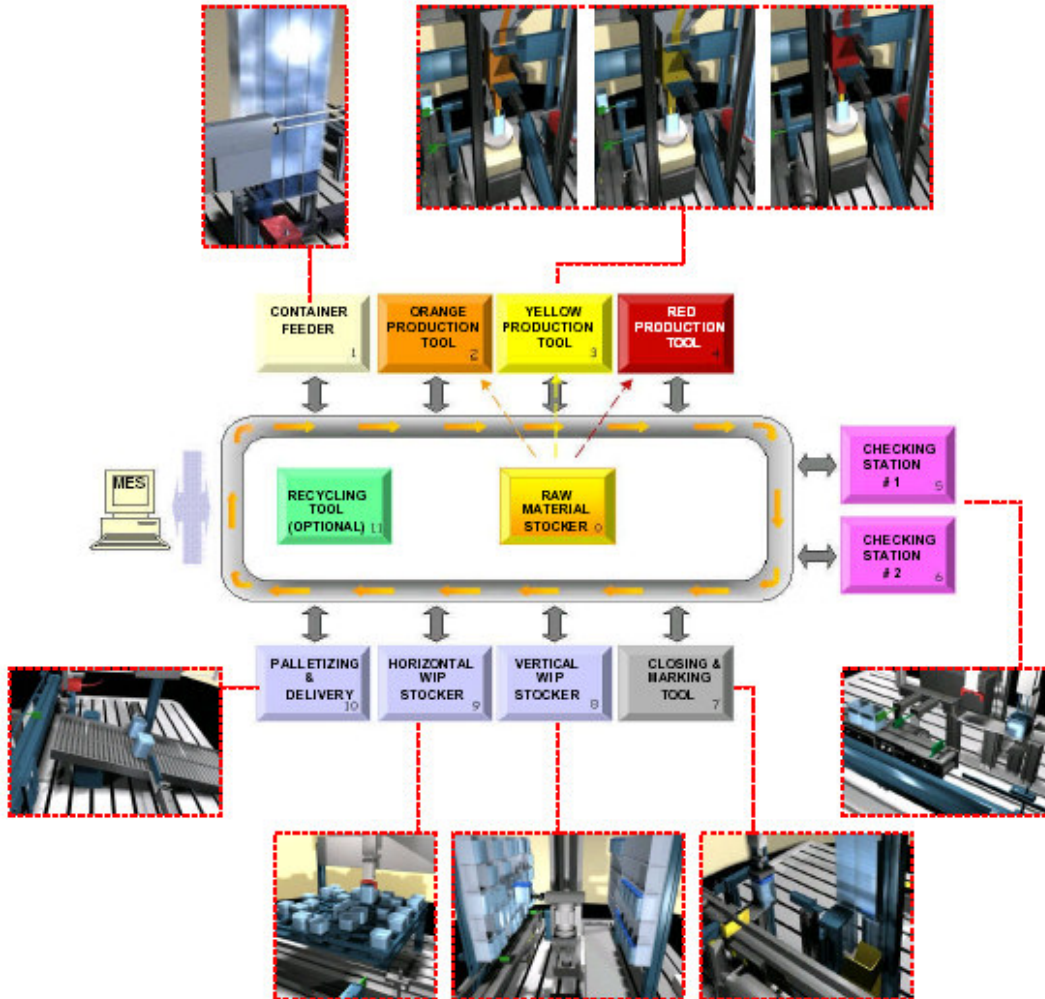


Figura 4. Estaciones de trabajo del sistema HAS 200TM

La administración está a cargo de dos herramientas software: de una parte, **EdMES (Educational Manufacturing Execution System)** herramienta que se encarga de las funciones de programación de la producción haciendo uso de los siguientes módulos:

- Planning System Interface: pedidos, tipo de productos, fechas de entrega.
- Work Order Management: Sincronización de órdenes de trabajo para las estaciones, programación de la producción.
- Material Movement Management: Distribución del layout, recorridos de los productos a través de la fábrica.
- Statistical Process Control: Histogramas, diagramas Pareto, diagramas de Ishikawa, gráficos de control.
- Maintenance Management: Mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.
- Overall Equipment Efficiency (OEE): Análisis de eficiencia y rendimiento del sistema, con base en los tiempos de ciclo, paradas, entre otros.
- Además de los módulos expuestos, EdMES incluye una base de datos que permite en todo momento identificar la situación y el recorrido de cada producto, el seguimiento de los usuarios, entre otros.

De otra parte, se encuentra **3DSupra** (supervisor en tres dimensiones de todo el sistema), el cual visualiza la operación de cada estación, permitiendo dos modos de trabajo: Teaching y On line. En el modo Teaching se puede visualizar la estación en tres dimensiones y accionar todos los actuadores en modo virtual. Su accionamiento da lugar a su movimiento en pantalla y el accionamiento virtual de los sensores correspondientes. En el modo On line, el software conecta con el controlador PLC de la estación y visualiza en pantalla el estado real de todos los sensores y actuadores de la estación que se está controlando. En todo momento, en ambos modos de funcionamiento el visor tridimensional permite variar el punto y ángulo de observación de la estación, con el fin de poder visualizar de forma correcta los elementos objeto de análisis. La figura 5 muestra una de las pantallas principales de esta herramienta. La ampliación de los detalles de cada componente, la información técnica así como registros fotográficos de la actividad del sistema se muestran en el Anexo 1.

La herramienta fue desarrollada por MSC International Training<sup>24</sup>, en cooperación con: Intel Corp.; Maricopa Advanced Technology Education Center (MATEC) y Production Control and Integral Management (CGIP), y es ofrecida en Colombia a través de su representante exclusivo CASYBER LTDA. Para su adquisición es necesario el trámite de importación para cuya gestión CASYBER LTDA ofrece a la Universidad diferentes alternativas.

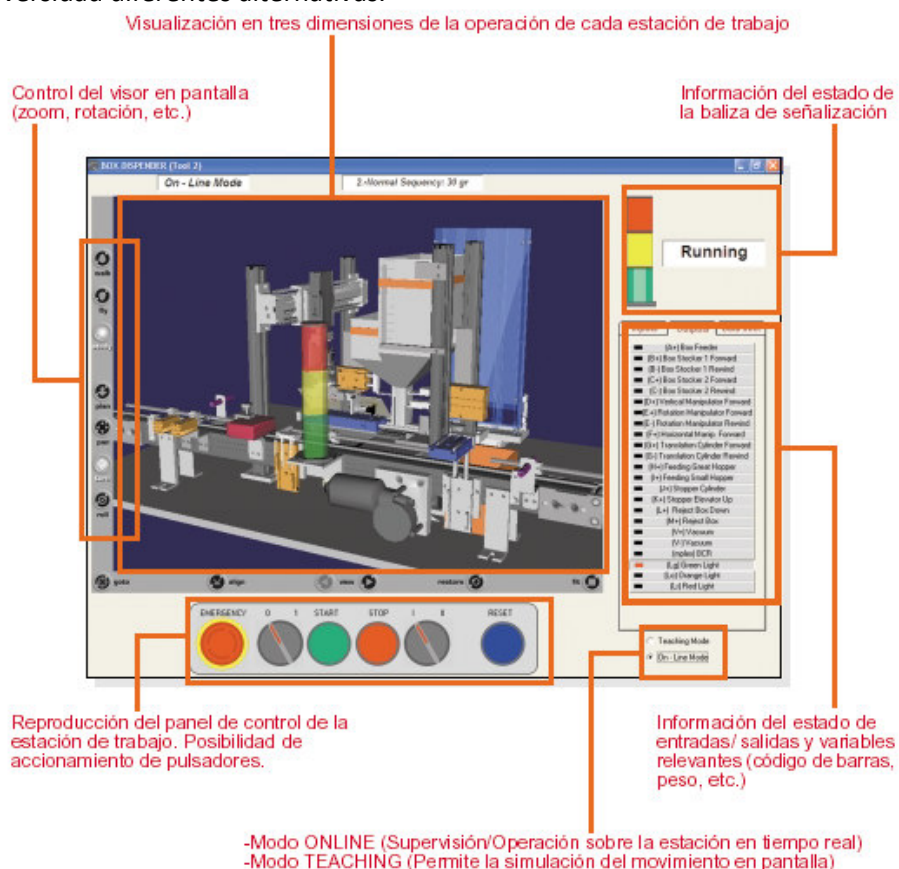


Figura 5. Visualización de 3DSupra

<sup>24</sup> SMC International Training, es la división didáctica de SMC Corporation, líder mundial en automatismo y componentes neumáticos con sede en Japón, dedicada al desarrollo y comercialización de equipos de capacitación en el área de la automatización.

#### 4.9. ANALISIS DE LA HERRAMIENTA BAJO PARÁMETROS PARA ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA

Los docentes del área de Dirección de Operaciones enseñan a sus estudiantes y hacen uso de una herramienta útil para evaluar la pertinencia de adquirir tecnología. Es una lista de factores que sugieren evaluar diferentes características de la tecnología a adquirir, sirviendo de ante mano para identificar sus bondades y desventajas. A continuación se presenta el análisis<sup>25</sup>:

Tabla 6. Evaluación de la Herramienta

Variable de decisión	Factores a considerar	Observación de la herramienta	Valoración
Inversión inicial	Precio	HAS 200TM es una herramienta única que no tiene similares en el mercado, siendo por ende difícil realizar una comparación de precios. Frente a algunas herramientas con características similares presenta un costo superior, pues no existe un sistema que integre todos los factores presentes en esta.	Favorable
	Fabricante	SMC International Training, es la división didáctica de SMC Corporation, líder mundial en automatismo y componentes neumáticos con sede en Japón, dedicada al desarrollo y comercialización de equipos de capacitación en el área de la automatización. Esta organización y aquellas con las que trabajó en el desarrollo de HAS 200TM garantiza la calidad del producto	Favorable
	Disponibilidad de modelos usados	No existe en el país otra institución que haya adquirido este tipo de herramientas y de ser así no sería adecuada la adquisición de un modelo ya usado, pues la tecnología cambia con rapidez y se cuestionaría las razones por las cuales se está poniendo a disposición.	Favorable
	Requerimientos de espacio	HAS 200TM requiere tan solo un espacio de 30 m <sup>2</sup> , permitiendo la movilidad de hasta 40 estudiantes simultáneamente.	Favorable
	Necesidad de equipo alimentador y de soporte	HAS 200TM demanda tan solo de un equipo de cómputo y un puerto a corriente alterna de 220V. Los demás componentes necesarios para su funcionamiento se encuentran integrados en el sistema	Favorable
Tasa de producción	Capacidad actual vs capacidad diseñada	La Escuela no presenta capacidad actual para suplir el servicio a ofrecer. La herramienta estará disponible 6 días a la semana, 12 horas al día, permitiendo la atención de hasta 40 estudiantes simultáneamente.	Favorable
Calidad de producción	Consistencia en el cumplimiento de las	HAS 200TM cumple con todos los requerimientos definidos por los docentes del área y transmitidos a la Dirección de Escuela, para la formación de los	Favorable

<sup>25</sup> La tabla de factores ha sido suministrada por la Ingeniera Piedad Arenas Díaz, docente del área de Dirección de Operaciones.

Variable de decisión	Factores a considerar	Observación de la herramienta	Valoración
	especificaciones	estudiantes en el análisis y operación de herramientas automatizadas de producción	
	Tasa de desperdicio	No existe desperdicio, la materia prima es reciclada para la siguiente experiencia y no se generan residuos en el proceso productivo	Favorable
Requerimientos operacionales	Facilidad de uso	HAS 200TM es un sistema altamente didáctico que permite su manejo fácilmente. Los docentes y auxiliares encargados de su operación son capacitados por el proveedor a la instalación del sistema, quien a su vez entrega manuales y soporte en línea cuando se requiera	Favorable
	Seguridad	La herramienta no genera riesgos mayores para los estudiantes que le analizan. Debe sin embargo conservarse las reglas mínimas de manejo de equipos electrónicos para evitar averías al equipo	Favorable
	Impacto en factores humanos	Se requerirá una persona dedicada de tiempo completo para su administración, mantenimiento y operación, generando un nuevo empleo	Favorable
Requerimientos de mano de obra	Relación directo/indirecto	N.A.	
	Habilidades y capacitación	No se requiere de habilidades específicas para su operación, y la capacitación es ofrecida por el proveedor	Favorable
Flexibilidad	Equipos para fines generales vs equipos para fines específicos	HAS 200TM es un sistema con fines específicos que no puede ser utilizado en funciones u operaciones diferentes para las que ha sido diseñado. Esto permite la conservación de la integridad del equipo garantizando con ello su durabilidad	Favorable
	Herramientas especiales	No se requieren	Favorable
Requerimientos de instalación	Complejidad	Los componentes a instalar son de fácil manejo y operación, siendo posible configurar diferentes distribuciones.	Favorable
	Disponibilidad del proveedor	El proveedor entrega la herramienta instalada y funcionando	Favorable
	Velocidad de cambio de herramientas	No se requiere cambio de herramientas	Favorable
Mantenimiento	Complejidad	La complejidad del mantenimiento es mínima. El proveedor capacita y puede ser desarrollado por cualquier persona	Favorable
	Frecuencia	El proveedor recomienda una vez al mes	Favorable
	Disponibilidad de piezas	De requerirse, el proveedor las ofrece	Favorable
Obsolescencia	Estado del arte	La herramienta es de última tecnología. No existen sistemas similares en el país.	Favorable
	Modificación de uso para otras situaciones	El sistema es inflexible. Solo puede usarse para lo que fue diseñado	Desfavorable

Variable de decisión	Factores a considerar	Observación de la herramienta	Valoración
Inventario dentro del proceso	Sincronización y necesidad de existencias reguladoras	No se requieren	Favorable
Impactos en el sistema	Relación con sistemas existentes y planeados	No existen sistemas similares en la Escuela o Universidad	Favorable
	Actividades de control	Se dispondrá de un funcionario para su supervisión	Favorable
	Ajuste a la estrategia de manufactura	Una vez los estudiantes salgan al mercado profesional, generarán fuertes impactos en el rediseño de estrategias manufactureras	Favorable

#### 4.10. IMPLEMENTACIÓN EN LA EEIE

El montaje del sistema demanda de la Escuela y la Universidad las adecuaciones locativas para la instalación del laboratorio disponiendo de corriente alterna de 220V, así como de la adquisición de un equipo de cómputo para la instalación de los programas del sistema. Los demás componentes necesarios para su correcto funcionamiento y puesta en marcha, así como la formación requerida para los docentes y auxiliares son ofrecidos por el proveedor y se encuentran incluidos en la propuesta financiera.

El análisis de localización sugirió inicialmente el montaje del sistema en el aula 115 de la Escuela, por ser este uno de los salones de la Escuela que dispone de superficie plana con las necesidades de espacio mínimas requeridas. Se hizo el análisis de distribución encontrándose insuficiente el espacio disponible para el libre movimiento de los estudiantes entre el sistema.

En razón a lo anterior y teniendo en cuenta que la Escuela se encuentra preparando el proyecto de ampliación física del edificio para ser presentado ante el BPPUIS, se consideró conveniente incluir dentro de estas necesidades aquellas requeridas para el montaje del laboratorio. De esta forma, se realizó el análisis y consideró pertinente establecer el sistema en dos de las actuales aulas del piso tres de edificio. Los planos y análisis de distribución de estas alternativas se muestran en el Anexo 2. Los recursos de inversión necesarios para la adecuación del espacio no se consideran en la presente propuesta por hacer parte del proyecto de expansión.

## 5. PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### 5.1. DESCRIPCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES BENEFICIOS DEL PROYECTO

La implementación de HAS 200TM permitirá alcanzar los siguientes beneficios:

- Desarrollo en estudiantes y docentes de competencias de análisis, instalación, diseño, interpretación, diagnóstico, operación, configuración, mantenimiento y gestión de sistemas automatizados de producción.
- Fortalecimiento de los procesos de aprendizaje de los estudiantes de pregrado y posgrado de la EEIE por medio del desarrollo de habilidades y destrezas en la selección de tecnologías avanzadas (sensores, actuadores, dispositivos de control, máquinas herramientas automatizadas, entre otros).
- Ampliación de las posibilidades de modernización de las industrias del país a través de la transferencia y adopción de tecnología.
- Actualización de los equipos de laboratorio y posicionamiento de la Escuela y la Universidad.
- Fortalecimiento del trabajo de los grupos de investigación de la Escuela y la Universidad.

Los beneficios medidos en oferta del bien o servicio, se muestran en la tabla 5<sup>26</sup>:

Tabla 7. Estudiantes atendidos en el horizonte del proyecto

Horizonte del Proyecto: 6 años		Año cero: 2007		
Bien o servicio: <u>Experiencias de aprendizaje en Sistemas Automatizados de producción</u>				
Unidad de medida: Número de estudiantes atendidos				
Año del proyecto	Año calendario	Cantidad producida	Factor valor presente	Valor presente
0	2007	0	1	0
1	2008	189	0,8929	168,8
2	2009	498	0,7972	397,0
3	2010	858	0,7118	610,7
4	2011	858	0,6355	545,3
5	2012	858	0,5674	486,8
			<b>TOTAL</b>	<b>2208,6</b>

<sup>26</sup> La tabla muestra los cálculos solicitados por el BPPUIS para determinar en valor presente la oferta del bien o servicio. Los factores aquí utilizados, fueron suministrados por esta oficina.

## 5.2. PRESUPUESTO DE OBRA DEL PROYECTO

De acuerdo con los requerimientos técnicos especificados por el proveedor (Anexo 3) y el equipamiento adicional requerido, se establecen las necesidades mostradas en las tablas 7, 8 y 9. Las cifras aquí reflejadas se encuentran en miles de pesos, y ya consideran los gastos de envío y fletes requeridos para su traslado e instalación en la Escuela, así como el Impuesto sobre las Ventas. La cotización de los recursos requeridos se muestra en el Anexo 4.

Tabla 8. Necesidad de recursos para inversión<sup>27</sup>.

Sección A: Inversión						
Componente	Adquisición de Bienes Muebles					
Categoría	Detalle	Unidad	Cantidad	Vlr unidad (miles de pesos)	Vlr parcial (miles de pesos)	Observaciones
Equipo de laboratorio	Celda de manufactura HAS 200TM	Global	1	803.000	803.000	La celda está compuesta por once módulos: 1 de alimentación de botes, 3 de operación, 2 de control, 1 de tapas, 3 de almacén, 1 paletizado.
Equipo de laboratorio	Accesorios	Global	1	5.500	5.500	Contempla: granza o perlas de 3 colores (roja, azul y amarilla), manuales de usuario, manual de prácticas, software, pegatinas con código de barras y botes
Equipo de cómputo	Equipo de cómputo	Unidad	1	5.000	5.000	Equipo con características mínimas que permita la ejecución de los software del sistema
<b>Total</b>				<b>813.500</b>	<b>813.500</b>	<b>El valor total de los recursos puede variar en función de la tasa de cambio, ya que la herramienta es importada</b>

Las adecuaciones menores (como ajustes a la estructura eléctrica, disponibilidad de red o cambios físicos al aula) que no están contempladas en el presente presupuesto y cuya necesidad se identificará en el momento mismo del montaje de la herramienta, serán asumidas por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

<sup>27</sup> La información aquí mostrada es la solicitada por el BPPUIS para determinar las necesidades de inversión. El formato fue suministrado por esta dependencia.

Tabla 9. Necesidad de recursos para operación.<sup>28</sup>

<b>Sección B: Operación</b>						
<b>Honorarios administrativos no profesionales</b>						
<b>Componente</b>						
<b>Categoría</b>	<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vlr unidad (miles de pesos)</b>	<b>Vlr parcial (miles de pesos)</b>	<b>Observaciones</b>
Profesional técnico	Profesional técnico	Profesionales por año	1	11.340 <sup>29</sup>	57.600 <sup>30</sup>	Profesionales para la administración y mantenimiento del laboratorio
<b>Total</b>				<b>11.340</b>	<b>57.600</b>	

Como recurso adicional para la operación del sistema, se requiere garantizar el suministro eléctrico. Su costo será asumido por la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.

Tabla 10. Resumen de recursos requeridos.

<b>Necesidad</b>	<b>Recursos</b>
Inversión	813.500
Operación	57.600
<b>Total</b>	<b>870.200</b>

### 5.3. CAPACIDAD INSTALADA

La celda automatizada de producción cuenta con 11 estaciones diferentes de trabajo y permite según especificaciones del fabricante, que tres o cuatro estudiantes analicen la operación en cada estación. Esto permite tener una capacidad de mínimo 30 estudiantes recibiendo formación simultáneamente.

Las prácticas a desarrollar tomarán de 2 horas permitiendo en un mismo día desarrollar hasta 6 experiencias distintas. El laboratorio estará disponible 6 días a la semana (de lunes a sábado) exceptuando algunos días al mes durante los cuales se programarán cierres de un día para mantenimiento. Se estima entonces que en una semana en el laboratorio podrán realizarse hasta 36 prácticas y atender hasta 1000 estudiantes.

### 5.4. EFECTO AMBIENTAL

El impacto ambiental del presente proyecto se refleja en el cambio de la cultura (en términos industriales) que tendrán los estudiantes de los programas involucrados, así como las empresas que reciban a estos profesionales. Estos agentes encontrarán en la innovación tecnológica una

<sup>28</sup> Ibid. Según indicaciones del BPPUIS, las cifras se manejan exentas de inflación.

<sup>29</sup> Se considera un profesional técnico a costo de personal outsourcing.

<sup>30</sup> Costo durante los 6 años de horizonte del proyecto

alternativa viable para el crecimiento de su organización, teniendo como base la experiencia que sus dirigentes egresados de la UIS podrán certificarles. No genera efectos sobre el suelo, el aire, la fauna o la flora. Tampoco genera contaminación ambiental, sonora o visual.

## **5.5. MARCO INSTITUCIONAL**

El presente proyecto se enmarca dentro de los programas y objetivos buscados por la Universidad en el proyecto institucional, plan de mejoramiento de Acreditación Institucional, Lineamientos rectorales 2006-2009 y plan de desarrollo (preliminar) de la siguiente forma:

- Proyecto Institucional:
  - Política tres: Cultura de la investigación
  - Política cinco: Mejoramiento de la calidad y pertinencia de los programas académicos
- Plan de Mejoramiento de la Acreditación Institucional:
  - Investigación y extensión
  - Recursos académicos
- Lineamientos rectorales 2006-2009.
  - Fortalecimiento de la investigación y extensión
  - Modernización de la infraestructura física
- Plan de desarrollo (preliminar):
  - Dimensión académica: formación integral y pertinente
  - Dimensión de talento humano: Mejorar las competencias académicas de los docentes

## 6. FINANCIAMIENTO Y SOSTENIBILIDAD

### 6.1. FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL PROYECTO<sup>31</sup>

Tabla 11. Fuentes de financiación recursos de inversión.

Años	0	1	Total
Recursos de inversión			
Internas			
Fondo Común			
Estampilla ProUIS		813.500	813.500
Recursos de Funcionamiento			
<b>TOTAL FINANCIACION INVERSIÓN</b>		<b>813.500</b>	<b>813.500</b>

### 6.2. FUENTE DE FINANCIACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL PROYECTO<sup>32</sup>

Tabla 12. Fuentes de financiación recursos de operación

Años	0	1	2	3	4	5	TOTAL
Recursos de inversión							
Internas							
Fondo Común							
Estampilla ProUIS	0	11.340	11.340	11.340	11.340	11.340	57.600
Fondos especiales							
<b>TOTAL FINANCIACION OPERACION</b>		<b>11.340</b>	<b>11.340</b>	<b>11.340</b>	<b>11.340</b>	<b>11.340</b>	<b>57.600</b>

### 6.3. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

La normal ejecución del proyecto puede verse afectada por dificultades en el trámite de compra de la herramienta, ya que esta debe ser importada y requiere al menos dos meses para su gestión. El retraso en el proceso de compra o las interrupciones administrativas generadas por recesos académicos o paros estudiantiles, ponen en riesgo la entrega a tiempo de los equipos, además de la vigencia de la oferta financiera, ya que esta se tranza en moneda extranjera y debe ser actualizada con frecuencia. De presentarse esta situación, se deberá postergar el ofrecimiento del servicio planteado, pero esto no impide su desarrollo ni pone en riesgo la validez del proyecto.

<sup>31</sup> La información aquí mostrada es la solicitada por el BPPUIS para determinar las necesidades de inversión. El formato fue adaptado del suministrado por esta dependencia.

<sup>32</sup> *Ibíd.*

## 7. ESQUEMA DE TRABAJO PARA LA ADQUISICIÓN Y MONTAJE DE HAS 200TM

La metodología del Project Management Institute (PMI) sugiere la gerencia de proyectos bajo un esquema de cinco grupos de procesos: Iniciación, Planeación, Ejecución Real, Seguimiento y Control y Cierre<sup>33</sup>. Los procesos de Iniciación y Planeación corresponden a la fase de formulación y preparación operativa del proyecto, requiriendo definir<sup>34</sup>:

- Carta de navegación del proyecto o Charter
- Declaración, planeación y definición del alcance
- WBS (Work Breakdown Structure o Estructura desglosada del trabajo)

Esta estructura permite establecer entre otras cosas las actividades a desarrollar y el cronograma de trabajo. A continuación se muestra esta definición<sup>35</sup>.

### 7.1. CHARTER DEL PROYECTO

Tabla 13. Carta de navegación del proyecto

<b>CHARTER</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN Y/O PROPÓSITO</b>
<p>La EEIE ha identificado la necesidad de incentivar en sus estudiantes el desarrollo de competencias para la selección, administración y operación de tecnologías como estrategia para mejorar los niveles de competitividad de las empresas colombianas en las que tiene radio de acción, a través de sus profesionales y su actividad de investigación y extensión.</p> <p>Con este fin, considera adquirir un laboratorio de prácticas automatizado para el área de conocimiento de Dirección de Operaciones; ha revisado las opciones del mercado e identificado la herramienta HAS 200TM como aquella que cumple con las expectativas de los docentes y directivos.</p> <p>Se hace necesario entonces llevar a cabo la correspondiente planeación de proyecto, tal que se logre el respaldo institucional para su adquisición e implementación.</p>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS O SERVICIOS QUE GENERARÁ EL PROYECTO</b>
<p><b>PRODUCTO UNO</b></p> <p>El desarrollo del presente proyecto permitirá el montaje y articulación de HAS 200TM, sistema automatizado de producción que brinda a los estudiantes de Ingeniería Industrial de la UIS la oportunidad de obtener competencias únicas en el país en el manejo de este tipo de tecnologías. HAS 200TM será implementado en un nuevo laboratorio que funcionará en la EEIE, dotado con la infraestructura necesaria para el correcto desempeño de la herramienta.</p>
<b>3. ENTREGABLES FINALES</b>
<p><b>ENTREGABLE UNO</b></p> <p>Documento del proyecto y registro del trámite ante el Banco de Proyectos de la UIS, con el objetivo de obtener los recursos necesarios para la adquisición y montaje del sistema HAS 200TM.</p>

<sup>33</sup> Fuente: Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOOKTM. Página 40-41.

<sup>34</sup> *Ibid.* Página 70

<sup>35</sup> Se ha adoptado esta metodología para esta fase por considerarse la más completa y práctica de definir.

<b>CHARTER</b>
<b>ENTREGABLE DOS</b> Gestión de compra y compromiso de entrega del sistema HAS 200TM por parte del proveedor.
<b>ENTREGABLE TRES</b> Infraestructura física requerida para el funcionamiento del sistema HAS 200TM.
<b>ENTREGABLE CUATRO</b> Sistema HAS 200TM implementado.
<b>ENTREGABLE CINCO</b> Manual de prácticas a desarrollar en el nuevo laboratorio, protocolos y reglamentos para el uso y mantenimiento del sistema HAS 200TM.
<b>4. INVOLUCRADOS CLAVES Y EXPECTATIVAS</b>
<b>INVOLUCRADO UNO</b> Claudia Nelly Gonzales Pardo. Formuladora del proyecto. Expectativa: Finalizar la formulación y presentar el proyecto ante el Banco de proyectos de la Universidad, tal que pueda darse vía libre a su adquisición y montaje.
<b>INVOLUCRADO DOS</b> Piedad Arenas Díaz. Directora de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Expectativa: Gestionar los recursos ante la Universidad para la adquisición del sistema y realizar su montaje.
<b>5. RESTRICCIONES Y SUPUESTOS</b>
<b>RESTRICCIÓN UNO</b> Disponibilidad de recursos en la Universidad para la adquisición de HAS 200TM.
<b>RESTRICCIÓN DOS</b> Diligencia y oportunidad en el trámite que el proyecto debe surtir en el Banco de proyectos de la Universidad.
<b>RESTRICCIÓN TRES</b> Diligencia y oportunidad en la negociación y entrega del sistema, por parte del proveedor.
<b>6. INFORMACIÓN HISTÓRICA RELEVANTE</b>
Montaje del laboratorio de prácticas "José Enrique Dacaret Yaar". Permitirá conocer costos relacionados con las adecuaciones físicas y de infraestructura y trámites institucionales.
<b>7. GERENTE DEL PROYECTO</b>
Claudia Nelly Gonzales Pardo.
<b>8. PATROCINADOR DEL PROYECTO</b>
Piedad Arenas Díaz.

<b>RESUMEN DE ACTIVIDADES</b>
FASE UNO: GESTION DE RECURSOS. ENTREGABLE UNO
FASE DOS: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA. ENTREGABLE DOS ENTREGABLE TRES ENTREGABLE CUATRO
FASE TRES: DISEÑO DE PRÁCTICAS ENTREGABLE CINCO

## 7.2. DECLARACIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

Tabla 14. Alcance del proyecto

DECLARACION DEL ALCANCE		
ENTREGABLE UNO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(1) Documento de presentación del proyecto y registro del trámite ante el Banco de Proyectos de la UIS, con el objetivo de obtener los recursos necesarios para la adquisición y montaje del sistema HAS 200TM.	Para solicitar los recursos del Banco de proyectos de la Universidad, se hace necesario preparar un documento bajo la metodología que tiene la Institución definida para tal fin, registrarlo en el sistema y suplir el respectivo proceso de evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro del proyecto en el Banco de proyectos a más tardar el viernes 9 de noviembre de 2007.</li> <li>El documento levantado debe cumplir con todos los campos que exige la metodología y estar bien justificado para garantizar el éxito en la asignación de los recursos.</li> </ul>
SUB-ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(1.1) Documento del proyecto preparado.	Debe revisarse la información ofrecida por el banco de proyectos para la formulación del proyecto y con base en ello levantar la información requerida. Se debe consultar la oficina de Planeación para conocer el procedimiento a seguir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documento levantado y avalado por la Dirección de Escuela a más tardar el viernes 2 de noviembre de 2007</li> </ul>
(1.2) Aval de las dependencias correspondientes.	Como parte del proceso, el proyecto debe ser estudiado y avalado por los Consejos de Escuela y Facultad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resumen ejecutivo del proyecto conocido y avalado por los Consejos a más tardar el viernes 9 de noviembre de 2007</li> </ul>
(1.3) Recibido del proyecto en la Oficina de Planeación.	Con el documento del proyecto, los avales correspondientes y los anexos exigidos, el proyecto debe ser llevado al Banco de Proyectos de la Universidad, en donde iniciará su proceso de evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro del proyecto y reporte del proceso a la Dirección de Escuela más tardar el viernes 9 de noviembre de 2007.</li> </ul>
ENTREGABLE DOS	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(2) Gestión de compra y compromiso de entrega del sistema HAS 200TM por parte del proveedor.	Una vez sean aprobados los recursos por parte de la Universidad, se gestionará con el proveedor la compra de la herramienta, teniendo como resultado una fecha de entrega.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fecha específica de entrega del sistema. En la medida de lo posible un máximo de tres meses luego de realizada la negociación para su adquisición, según tiempos máximos del proceso de evaluación en el banco, el proyecto podría obtener viabilidad financiera la última semana del mes de febrero de 2008, luego se esperaría la fecha de entrega del sistema finalizado el mes de mayo de 2008.</li> </ul>

FASE UNO

FASE DOS

DECLARACION DEL ALCANCE		
SUB-ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(2.1) Trámite ante la Universidad para preparar la negociación y realizar la compra.	La Oficina de Contratación de la Universidad es la dependencia encargada del acompañamiento a las negociaciones y adquisición de bienes. Una vez el proyecto tenga viabilidad financiera se consultará con esta oficina para preparar la negociación bajo la figura adecuada (licitación o compra directa).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las condiciones de negociación deberán estar listas máximo 15 días después de obtener la viabilidad financiera del proyecto. Fecha probable: 15 de marzo de 2008.</li> </ul>
(2.2) Compromiso de entrega del sistema HAS 200TM.	Pactadas las condiciones de la negociación, se obtendrán por parte del proveedor los compromisos de entrega de la herramienta y su equipamiento, así como las fechas de capacitación a docentes y auxiliares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proveedor a manifestado un tiempo máximo de dos meses para la entrega luego de cerrada la negociación, se establece como fecha probable de instalación del sistema el 24 de mayo de 2008.</li> </ul>
ENTREGABLE TRES	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(3) Infraestructura física requerida para el funcionamiento del sistema HAS 200TM.	Además de la instalación del sistema mismo, es necesario realizar las adecuaciones físicas del espacio donde funcionará el laboratorio y las adquisiciones menores adicionales (computador y otros). El aula del laboratorio hará parte de un proyecto paralelo de ampliación física y será la primera necesidad manifiesta demandada de dicha iniciativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El aula en el que funcionará el laboratorio deberá estar lista a más tardar la primera semana de mayo de 2008. Esta necesidad será especificada en el proyecto de ampliación física.</li> </ul>
SUB-ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(3.1) Listado de elementos necesarios para el correcto funcionamiento del laboratorio.	Con base en las especificaciones del sistema y las expectativas de la Dirección de Escuela, se listarán los elementos adicionales en infraestructura, tecnología y talento humano necesario para que el laboratorio pueda entrar en funcionamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El listado de requisitos en infraestructura, tecnología y talento humano requerido debe estar preparado a la finalización de la formulación del proyecto (9 de noviembre de 2007).</li> </ul>
(3.2) Listado de posibles proveedores y cotizaciones de los elementos a adquirir.	Identificados los elementos que es necesario adquirir, deberá consultarse en el mercado los posibles proveedores y obtener cotizaciones en los casos en los que así se amerite.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mínimo tres cotizaciones en caso de elementos de infraestructura y tecnología.</li> <li>Características del personal adicional.</li> <li>Fecha límite para entrega de cotizaciones: 2 de noviembre de 2007.</li> </ul>

DECLARACION DEL ALCANCE		
(3.3) Gestión de compra y montaje de la infraestructura adicional	Una vez el proyecto obtenga viabilidad financiera y con base en las cotizaciones, se realizará la gestión de compra según las indicaciones de la oficina de contratación de la Universidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los productos y/o servicios identificados deberán cumplir con las características definidas en el proceso de formulación y estar disponibles en la Universidad para su uso a más tardar el 24 de mayo de 2007. (La fecha límite está atada a la fecha de entrega del sistema por parte del proveedor).</li> </ul>
<b>ENTREGABLE CUATRO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO DE ACEPTACIÓN</b>
(4) Sistema HAS 200TM implementado.	Bajo la supervisión de la Escuela y la Universidad, se acompañará el proceso de instalación del sistema HAS 200TM en la EEIE por parte del proveedor, corroborando su estado adecuado para iniciar operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema implementado según instrucciones y acompañamiento de los proveedores a más tardar el 30 de mayo de 2008.</li> </ul>
<b>SUB-ENTREGABLES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CRITERIO DE ACEPTACIÓN</b>
(4.1) Plan de trabajo para el montaje del sistema y gestión de los recursos necesarios para ello.	Para el montaje del sistema se requiere contar con personal especializado de la Universidad, técnicos enviados por los proveedores y los recursos que el proceso demande (energía, herramientas, materiales y otros). Previamente se construirá una lista de chequeo que permitirá constatar la existencia de cada uno de los recursos necesarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recursos necesarios disponibles según la lista de chequeo construida. El plan de trabajo deberá estar listo al menos 8 días antes a la fecha de llegada del sistema a la Universidad. Fecha probable: 15 de mayo de 2008.</li> </ul>
(4.2) Implementación.	En las fechas pactadas, la Escuela dispondrá de los recursos preparados previamente para facilitar la instalación del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El sistema está implementado a más tardar el 30 de mayo de 2008.</li> </ul>

DECLARACION DEL ALCANCE		
ENTREGABLE CINCO	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(5)Manual de prácticas a desarrollar en el nuevo laboratorio, protocolos y reglamentos para el uso y mantenimiento del sistema HAS 200.	<p>Para que la herramienta sea de utilidad para los estudiantes, es necesario estructurar la serie de prácticas que podrían desarrollarse en el laboratorio. Se partirá de las experiencias sugeridas por el proveedor para el conocimiento de la herramienta.</p> <p>Posteriormente, los docentes del área de Dirección de Operaciones acordarán las prácticas que se desarrollarán en torno a la temática de las asignaturas involucradas para cada uno de los agentes de la población objetivo (pregrado y posgrado).De igual forma, se construirá un protocolo para el correcto uso del laboratorio y se establecerán los reglamentos pertinentes tales que se garanticen el mantenimiento y buen uso de los equipos adquiridos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las prácticas primarias referentes al uso de la herramienta deberán estar listas a la finalización del la formulación del proyecto (2 de noviembre de 2007).</li> <li>El reglamento y protocolo de uso del sistema deberán estar listos a la finalización del la formulación del proyecto (2 de noviembre de 2007).</li> <li>Las prácticas referentes a las asignaturas involucradas en la formación de los estudiantes de pregrado y posgrado deberán estar listas para el inicio del segundo semestre académico del año 2008</li> </ul>
SUB-ENTREGABLES	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
(5.1) Diseño de prácticas sobre manejo y operación del sistema	El proveedor de HAS 200TM sugiere la realización de una serie de prácticas referentes al uso y manejo del sistema. Estas serán estudiadas, seleccionadas y preparadas bajo los requerimientos pedagógicos de la Universidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas depuradas y preparadas según las necesidades de la Escuela a más tardar el 2 de noviembre de 2007.</li> </ul>
(5.2) Diseño de prácticas sobre asignaturas de interés para estudiantes de pregrado y posgrado	Con base en los contenidos curriculares de las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Industrial (con y sin reforma), de la Especialización en Gerencia de la Producción - Mejoramiento Continuo y de la Maestría en Ingeniería Industrial, los docentes del área harán el diseño de las experiencias a desarrollar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las prácticas deberán estar disponibles para el segundo semestre académico del año 2008</li> </ul>
(5.3) Documento de reglamento y protocolos.	Para garantizar el uso adecuado del laboratorio, la conservación de los equipos y la designación de responsabilidades, se construirá un manual y protocolos de uso del laboratorio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El Documento avalado por la Dirección de Escuela deberá estar listo a la finalización de la formulación del proyecto (2 de noviembre de 2007).</li> </ul>

FASE TRES

### 7.3. ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO (WBS)

Tabla 15. WBS del proyecto

WBS					
No.	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	COSTO (MILES DE PESOS)	INDICADOR DE MONITOREO
	<b>LABORATORIO HAS 200TM</b>		<b>15 DE NOVIEMBRE DE 2007</b>	<b>\$ 813.500,00</b>	
	<b>FASE UNO: GESTION DE RECURSOS</b>		<b>VIERNES 29 DE JUNIO DE 2007</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>FASE TERMINADA</b>
<b>1</b>	<b>PRESENTACION DEL PROYECTO ANTE EL BANCO DE PROYECTOS UIS.</b>		<b>VIERNES 09 DE NOVIEMBRE DE 2007</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>PROYECTO PRESENTADO</b>
1.1	Documento del proyecto preparado		Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Proyecto preparado
1.1.1	Consulta de la metodología	Claudia Nelly Gonzales	Martes 26 de junio de 2007	\$ 0,00	Listado de documentos requeridos
1.1.2	Recopilación de información requerida	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 12 de octubre de 2007	\$ 0,00	Información recolectada
1.1.3	Preparación del documento	Claudia Nelly Gonzales	Lunes 29 de octubre de 2007	\$ 0,00	Documento preparado
1.1.4	Aval del documento por parte de la Dirección de Escuela	Piedad Arenas Díaz	Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Proyecto Avalado
1.2	Aval de las dependencias correspondientes		Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Actas Consejos
1.2.1	Preparación resumen ejecutivo	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento preparado
1.2.2	Presentación y solicitud de aval por parte del Consejo de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales	Piedad Arenas Díaz; Consejo de Escuela	Martes 06 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Acta de Consejo de Escuela con Aval
1.2.3	Presentación y solicitud de aval por parte del Consejo de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas	Piedad Arenas Díaz; Consejo de Facultad	Jueves 08 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Acta de Consejo de Facultad con Aval

WBS					
No.	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	COSTO (MILES DE PESOS)	INDICADOR DE MONITOREO
1.3	Recibido del proyecto en la Oficina de Planeación		Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Recibido del proyecto
1.3.1	Registro del proyecto en el sistema de Información	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Reporte del proyecto ingresado
1.3.1	Registro del proyecto en el Banco	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento de recibido del proyecto por parte de Planeación
	FASE DOS: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA		MIERCOLES 31 DE OCTUBRE DE 2007	\$ 813.500,00	FASE TERMINADA
2	GESTIÓN DE COMPRA Y COMPROMISO DE ENTREGA DEL SISTEMA HAS 200TM POR PARTE DEL PROVEEDOR		SABADO 15 DE MARZO DE 2008	\$ 808.500,00	CONTRATO DE SUMINISTRO DE LA HERRAMIENTA
2.1	Trámite ante la Universidad para preparar la negociación y realizar la compra		Sábado 15 de marzo de 2008	\$ 0,00	Borrador del Contrato de suministro
2.1.1	Definición de estrategia y condiciones de negociación	Oficina de Contratación UIS; Piedad Arenas Díaz	Viernes 14 de marzo de 2008	\$ 0,00	Borrador del Contrato de suministro
2.2	Compromiso de entrega del sistema HAS 200TM		Sábado 15 de marzo de 2008	\$ 808.500,00	Contrato de suministro firmado por las partes
2.2.1	Trámite de negociación de la herramienta	Proveedor, Oficina de Contratación UIS	Viernes 14 de marzo de 2008	\$ 808.500,00	Contrato de suministro firmado por las partes
2.2.2	Definición condiciones de pago y fechas de entrega	Proveedor, Oficina de Contratación UIS	Viernes 14 de marzo de 2008	\$ 0,00	Contrato de suministro firmado por las partes
3	INFRAESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HAS 200TM		SABADO 24 DE MAYO DE 2008	\$ 5.000,00	INFRAESTRUCTURA MONTADA
3.1	Listado de elementos necesarios para el correcto funcionamiento del laboratorio		Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Listado generado
3.1.1	Revisión de los requisitos técnicos de HAS 200TM	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 12 de octubre de 2007	\$ 0,00	Listado generado

WBS					
No.	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	COSTO (MILES DE PESOS)	INDICADOR DE MONITOREO
3.1.2	Elaboración del plano del laboratorio	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 19 de octubre de 2007	\$ 0,00	Listado generado
3.1.3	Listado de los elementos de infraestructura requeridos	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 19 de octubre de 2007	\$ 0,00	Listado generado
3.2	Listado de posibles proveedores y cotizaciones		Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Cotizaciones
3.2.1	Búsqueda en el mercado de los proveedores	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 26 de octubre de 2007	\$ 0,00	Cotizaciones
3.2.2	Solicitud de cotizaciones	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 26 de octubre de 2007	\$ 0,00	Cotizaciones
3.3	Gestión de compra y montaje de la infraestructura adicional		Sábado 24 de mayo de 2008	\$ 5.000,00	Facturas de compra
3.3.1	Selección de proveedores	Claudia Nelly Gonzales; Piedad Arenas Díaz	Viernes 25 de abril de 2008	\$ 0,00	Cotizaciones
3.3.2	Compra de elementos	Mónica Rueda Rueda	Viernes 02 de mayo de 2008	\$ 5.000,00	Facturas de compra
3.3.3	Montaje de elementos	Proveedor	Sábado 17 de mayo de 2008	\$ 0,00	Elementos instalados
4	SISTEMA HAS 200TM IMPLEMENTADO		VIERNES 30 DE MAYO DE 2008	\$ 0,00	SISTEMA EN FUNCIONAMIENTO
4.1	Plan de trabajo para el montaje del sistema y gestión de los recursos necesarios		Viernes 16 de mayo de 2008	\$ 0,00	Documento del plan de trabajo
4.1.1	Listado de requisitos técnicos para el montaje	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 2 de mayo de 2008	\$ 0,00	Listado de requisitos técnicos
4.1.2	Búsqueda del personal de apoyo para la instalación	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 2 de mayo de 2008	\$ 0,00	Listado personal de apoyo
4.1.3	Recepción del sistema HAS 200TM y legalización ante Inventarios	Piedad Arenas Díaz; Grupo de Inventarios UIS	Viernes 16 de mayo de 2008	\$ 0,00	Sistema HAS 200 en los inventarios de la Universidad
4.2	Implementación		Viernes 30 de mayo de 2008	\$ 0,00	Sistema HAS 200 implementado

WBS					
No.	ENTREGABLE	RESPONSABLE	FECHA LÍMITE	COSTO (MILES DE PESOS)	INDICADOR DE MONITOREO
4.2.1	Apoyo a proveedores en el montaje según requerimientos	Proveedor	Viernes 30 de mayo de 2008	\$ 0,00	Sistema HAS 200 implementado
	FASE TRES:DISEÑO DE PRÁCTICAS	CLAUDIA NELLY GONZALES; DIRECCIÓN DE ESCUELA	VIERNES 9 DE NOVIEMBRE	\$ 0,00	FASE TERMINADA
5	MANUAL DE PRÁCTICAS A DESARROLLAR EN EL NUEVO LABORATORIO, PROTOCOLOS Y REGLAMENTOS PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HAS 200		VIERNES 27 DE JUNIO DE 2008	\$ 0,00	DOCUMENTOS TERMINADOS
5.1	Diseño de prácticas sobre manejo y operación del sistema		Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento terminado
5.1.1	Solicitud de prácticas al proveedor	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 12 de octubre de 2007	\$ 0,00	Documento inicial
5.1.2	Depuración de las prácticas según condiciones académicas de la Universidad	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 26 de octubre de 2007	\$ 0,00	Documento preliminar
5.1.3	Documentación de prácticas ajustadas	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 02 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento terminado
5.2	Diseño de prácticas sobre asignaturas de interés para estudiantes de pregrado y posgrado		Viernes 27 de junio de 2008	\$ 0,00	Documento terminado
5.2.1	Definición de temáticas a abordar pregrado	Docentes área D.O.	Viernes 01 de febrero de 2008	\$ 0,00	Documento preliminar
5.2.2	Definición de temáticas a abordar posgrado	Docentes área D.O.	Viernes 28 de marzo de 2008	\$ 0,00	Documento preliminar
5.2.3	Preparación de documentos	Docentes área D.O.	Viernes 30 de mayo de 2008	\$ 0,00	Documento terminado
5.3	Documento de reglamento y protocolos		Viernes 9 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento terminado
5.3.1	Definición de reglas y procedimientos	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 26 de octubre de 2007	\$ 0,00	Documento preliminar
5.3.2	Documentación	Claudia Nelly Gonzales	Viernes 09 de noviembre de 2007	\$ 0,00	Documento terminado

**7.4. CRONOGRAMA DE TRABAJO**

Tabla 16. Cronograma del proyecto

CRONOGRAMA BASE													
WBS		DURACION DEL PROYECTO: 8 MESES											
LABORATORIO HAS 200													
FASE UNO: GESTION DE RECURSOS		Nov-07	Dic-07	Ene-08	Feb-08	Mar-08	Abr-08	May-08	Jun-08				
1	PRESENTACION DEL PROYECTO ANTE EL BANCO DE PROYECTOS UIS												
1.1	Documento del proyecto preparado												
1.1.1	Consulta de la metodología												
1.1.2	Recopilación de información requerida												
1.1.3	Preparación del documento												
1.1.4	Aval del documento por parte de la Dirección de Escuela												
1.2	Aval de las dependencias correspondientes												
1.2.1	Preparación resumen ejecutivo												
1.2.2	Presentación y solicitud de aval por parte del Consejo de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales												
1.2.3	Presentación y solicitud de aval por parte del Consejo de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas												
1.3	Recibido del proyecto en la Oficina de Planeación												
1.3.1	Registro del proyecto en el sistema de Información												
1.3.1	Registro del proyecto en el Banco												
		EVALUACIÓN DEL PROYECTO EN BPPUIS											
FASE DOS: IMPLEMENTACION DEL SISTEMA													

CRONOGRAMA BASE															
	WBS	DURACION DEL PROYECTO: 8 MESES													
2	GESTIÓN DE COMPRA Y COMPROMISO DE ENTREGA DEL SISTEMA HAS 200TM POR PARTE DEL PROVEEDOR														
2.1	Trámite ante la Universidad para preparar la negociación y realizar la compra														
2.1.1	Definición de estrategia y condiciones de negociación														
2.2	Compromiso de entrega del sistema HAS 200TM														
2.2.1	Trámite de negociación de la herramienta														
2.2.2	Definición condiciones de pago y fechas de entrega														
3	INFRAESTRUCTURA FÍSICA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HAS 200TM														
3.1	Listado de elementos necesarios para el correcto funcionamiento del laboratorio														
3.1.1	Revisión de los requisitos técnicos de HAS 200TM														
3.1.2	Elaboración del plano del laboratorio														
3.1.3	Listado de los elementos de infraestructura requeridos														
3.2	Listado de posibles proveedores y cotizaciones														
3.2.1	Búsqueda en el mercado de los proveedores														
3.2.2	Solicitud de cotizaciones														
3.3	Gestión de compra y montaje de la infraestructura adicional														
3.3.1	Selección de proveedores														
3.3.2	Compra de elementos														
3.3.3	Montaje de elementos														
4	SISTEMA HAS 200TM IMPLEMENTADO														
4.1	Plan de trabajo para el montaje del sistema y gestión de los recursos necesarios														
4.1.1	Listado de requisitos técnicos para el montaje														

CRONOGRAMA BASE															
WBS		DURACION DEL PROYECTO: 8 MESES													
4.1.2	Búsqueda del personal de apoyo para la instalación														
4.1.3	Recepción del sistema HAS 200TM y legalización ante Inventarios														
4.2	Implementación														
4.2.1	Apoyo a proveedores en el montaje según requerimientos														
FASE TRES:DISEÑO DE PRÁCTICAS															
5	MANUAL DE PRÁCTICAS A DESARROLLAR EN EL NUEVO LABORATORIO, PROTOCOLOS Y REGLAMENTOS PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HAS 200														
5.1	Diseño de prácticas sobre manejo y operación del sistema														
5.1.1	Solicitud de prácticas al proveedor														
5.1.2	Depuración de las prácticas según condiciones académicas de la Universidad														
5.1.3	Documentación de prácticas ajustadas														
5.2	Diseño de prácticas sobre asignaturas de interés para estudiantes de pregrado y posgrado														
5.2.1	Definición de temáticas a abordar pregrado														
5.2.2	Definición de temáticas a abordar posgrado														
5.2.3	Preparación de documentos														
5.3	Documento de reglamento y protocolos														
5.3.1	Definición de reglas y procedimientos														
5.3.2	Documentación														

## 8. PRACTICAS SUGERIDAS

Las experiencias a desarrollar en el laboratorio de producción automatizada se consideran desde dos frentes. De una parte, la enseñanza de los componentes y elementos del sistema a través de su manejo, operación e interpretación, reconociendo la tecnología y el comportamiento de los procesos cuando se manejan bajo entornos totalmente automatizados. Estas prácticas serán desarrolladas por toda la población objetivo, ya sea como un componente de las asignaturas del área de Dirección de Operaciones en pregrado y posgrado, o como contenido de la asignatura electiva que la Escuela planea incluir en plan curricular de estudios. El planteamiento de estas prácticas se contempla en el presente trabajo y se exponen en este capítulo<sup>36</sup>.

De otra parte, el desarrollo de prácticas específicas relacionadas con las asignaturas de los correspondientes programas definidos como objetivo: Ingeniería Industrial, Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos y Maestría en Ingeniería Industrial, haciéndose necesario el análisis de los contenidos y el planteamiento de las propuestas de taller a desarrollar. En estas prácticas se espera que los estudiantes puedan aplicar conceptos como: planeación de capacidad, planeación de inventarios, definición del plan maestro de producción, programación de producción, programación de recursos, entre otros. El desarrollo de estas experiencias será adelantado por el grupo de docentes del área de Dirección de Operaciones de la Escuela según esquema de trabajo expuesto en el capítulo 7.

### 8.1. PRACTICA UNO. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL SISTEMA HAS 200TM.

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante se familiarice con el laboratorio automatizado de producción, reconociendo sus componentes y la manera en que articula el funcionamiento de cada módulo de producción.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica del funcionamiento y componentes del sistema, considerando para ello el análisis de la función de cada módulo, los productos que allí se fabrican, los tiempos relacionados, la secuencia lógica del proceso, las estaciones que pueden ser omitidas, entre otros. Posteriormente, se realizará la demostración en el laboratorio para que los estudiantes observen la operación.

- **Descripción**

- ¿Cómo funciona la fábrica?
- ¿Cuáles son los productos a fabricar?
- ¿Cómo funciona cada una de las once estaciones?
- Observación por parte de los estudiantes de la celda en funcionamiento

---

<sup>36</sup> La base de estas prácticas fue suministrada por el proveedor y hacen parte de un catálogo de posibles experiencias a desarrollar en el laboratorio. Esta información fue depurada y preparada en el formato que se presenta en esta sección.

- **Competencias asociadas**
  - Análisis
  - Operación – Instalación - Montaje

## **8.2. PRACTICA DOS. MANEJO DE SENSORES.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante identifique la función de los sensores en el sistema, su manejo y operación.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica del funcionamiento de los sensores, considerando para ello mencionar además de sus especificaciones técnicas, el listado de los sensores existentes en el sistema, su ubicación, su administración y relevancia en la operación. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando un proceso productivo con miras a analizar el comportamiento de los sensores.

- **Descripción**
  - Identificación de cada uno de los sensores presentes en cada una de las once estaciones de trabajo.
  - Descripción del funcionamiento de cada uno de los sensores presentes en las estaciones de trabajo.
  - Descripción de la función de cada sensor.
  - Observación y análisis por parte de los estudiantes del funcionamiento de cada sensor.
- **Competencias asociadas**
  - Análisis

## **8.3. PRACTICA TRES. MANEJO DE ACTUADORES.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante identifique la función de los actuadores en el sistema, su manejo y operación.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica del funcionamiento de los actuadores (elementos del sistema que permiten el desplazamiento de los productos en proceso por la celda), considerando para ello

mencionar además de sus especificaciones técnicas, el listado de los actuadores existentes en el sistema, su ubicación, su administración y relevancia en la operación. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando un proceso productivo con miras a analizar el comportamiento de los actuadores.

- **Descripción**
  - Identificación de cada uno de los actuadores presentes en cada una de las once estaciones de trabajo.
  - Descripción del funcionamiento de cada uno de los actuadores presentes en las estaciones de trabajo.
  - Descripción de la función de cada actuador.
  - Observación y análisis por parte de los estudiantes del funcionamiento de cada actuador.
  
- **Competencias asociadas**
  - Análisis

#### **8.4. PRACTICA CUATRO. PROCEDIMIENTOS DE PUESTA EN MARCHA - PARADA.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante obtenga la habilidad para operar el sistema, suspender su funcionamiento y actuar ante una emergencia.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica de la forma en que se opera o suspende la celda de fabricación, considerando además los riesgos e implicaciones de cada estado del sistema. Posteriormente los estudiantes pondrán en práctica lo señalado en el laboratorio operando y suspendiendo la celda.

- **Descripción**
  - Elaboración y análisis del procedimiento de puesta en marcha – parada – y emergencia general del sistema
  - Elaboración y análisis del procedimiento de puesta en marcha – parada – y emergencia de cada una de las once estaciones del sistema.
  - Operación del sistema por parte de los estudiantes.
  
- **Competencias asociadas**
  - Análisis
  - Interpretación de documentos
  - Elaboración de documentos

### **8.5. PRACTICA CINCO. INTERPRETACIÓN ESQUEMA ELÉCTRICO - NEUMÁTICO.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante conozca el soporte eléctrico sobre el que el sistema funciona y su conexión con el sistema neumático, que permite la operación misma de los actuadores y con ello el funcionamiento de la celda.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica de los requerimientos eléctricos y las interconexiones existentes con los actuadores y el sistema neumático de la celda. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando un proceso productivo con miras a analizar su comportamiento.

- **Descripción**

- Interpretación esquema eléctrico de cada una de las once estaciones que conforman la celda.
- Interpretación esquema neumático de cada una de las once estaciones que conforman la celda.
- Operación y análisis del sistema por parte de los estudiantes.

- **Competencias asociadas**

- Análisis
- Interpretación de documentos

### **8.6. PRACTICA SEIS. SUSTITUCION DE SENSORES Y ACTUADORES.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante se familiarice con la reposición de sensores y actuadores en el sistema, dada la relevancia que estos dos elementos tienen en su funcionamiento.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica de los procedimientos necesarios para realizar el reemplazo de los sensores y actuadores. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando un cambio de elementos en la celda.

- **Descripción**

- Elaborar procedimiento de sustitución de sensores y actuadores en cada una de las once estaciones de trabajo que conforman la celda.
- Sustitución de elementos en la celda por parte de los estudiantes.

- **Competencias asociadas**

- Análisis
- Interpretación de documentos
- Elaboración de documentos

## **8.7. PRACTICA SIETE. DIAGNOSTICO DE AVERIAS EN SENSORES Y ACTUADORES.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante identifique las fallas que los sensores y actuadores del sistema presentan para tomar acciones preventivas y correctivas.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica de los procedimientos necesarios para identificar las fallas y diagnosticar el estado de los sensores y actuadores. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando una evaluación del estado de estos elementos.

- **Descripción**

- Adelantar el diagnóstico de averías en sensores y actuadores en cada una de las estaciones que hacen parte del laboratorio.
- Evaluación de elementos en la celda por parte de los estudiantes.

- **Competencias asociadas**

- Diagnóstico y reparación
- Programación

## **8.8. PRACTICA OCHO. INTERPRETACIÓN PROGRAMAS PLC<sup>37</sup>.**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante se familiarice con el sistema PLC de la celda, analizando y comprendiendo su funcionamiento para actuar sobre su operación.

---

<sup>37</sup> Un autómatas programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación. Fuente:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMh1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm>

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica técnica del sistema PLC del laboratorio, brindando los conceptos generales sobre su operación y sus funciones. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada, realizando una corroboración del estado de la celda en operación.

- **Descripción**

- Análisis de configuración y conexión del PLC en cada una de las estaciones de la celda.
- Procedimiento de carga y descarga de programas en PLC.
- Modificación de la secuencia de programa del PLC en cada una de las estaciones de la celda.

- **Competencias asociadas**

- Análisis
- Interpretación de documentos
- Diagnóstico y reparación
- Elaboración de documentos
- Programación

## **8.9. PRACTICA NUEVE. MANEJO DE 3D-SUPRA**

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante conozca la operación y las funciones del software 3D-SUPRA, útil para el monitoreo y control de las estaciones.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica del software mostrando la operación en modo Teaching y On line. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada operando el sistema y monitoreando en los dos modos de trabajo.

- **Descripción**

- Monitoreo y control de cada una de las estaciones a través del software
- Diagnóstico de averías en cada una de las estaciones a través del software
- Operación del sistema y monitoreo por parte de los estudiantes.

- **Competencias asociadas**

- Operación – Instalación - Montaje
- Diagnóstico – Reparación

## 8.10. PRACTICA DIEZ. MANEJO DE EdMES

- **Objetivo**

Esta práctica busca que el estudiante conozca la operación y las funciones del software EdMES, útil para la programación y operación de la celda.

- **Metodología**

El docente expondrá la base teórica del software mostrando cada una de las funciones de la herramienta. Posteriormente, se constatará en el laboratorio la información suministrada operando el sistema y programando la producción.

- **Descripción**

- Análisis general de un sistema MES
- Análisis - Operación de la Interface con el Sistema de Planificación
- Análisis - Operación del Gestor de pedidos en curso
- Análisis - Operación del Gestor de las estaciones
- Análisis - Operación del Gestor de movimiento y trazabilidad del producto
- Análisis - Operación de la Bases de datos
- Análisis - Operación del Gestor de excepcionalidades
- Análisis - Operación del Gestor del mantenimiento
- Análisis - Operación del Control Estadístico de procesos
- Análisis - Operación de la Trazabilidad del personal

- **Competencias asociadas**

- Análisis
- Operación – Instalación - Montaje

## **9. PROTOCOLO Y REGLAMENTO DE USO DEL LABORATORIO**

Para el adecuado funcionamiento del laboratorio se hace necesario definir algunos lineamientos base que permitan su administración. Al respecto se define:

### **9.1. GENERALIDADES**

El laboratorio de producción automatizada es un espacio de prácticas diseñadas para atender estudiantes y profesionales interesados en el análisis del componente de Dirección de Operaciones bajo un entorno tecnológico avanzado.

### **9.2. USUARIOS**

Son su principal población objetivo los estudiantes de los programas de Ingeniería Industrial, Especialización en Gerencia de la Producción – Mejoramiento Continuo y Maestría en Ingeniería Industrial de la UIS, así como los profesionales que desde la industria deseen recibir la formación que aquí se imparte, y los docentes que como parte de su funciones de academia, investigación y extensión deseen estudiar el sistema.

### **9.3. ADMINISTRACIÓN**

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS tiene bajo su custodia el manejo, mantenimiento y administración del laboratorio, disponiendo para ello del personal idóneo para su cuidado y de los procesos adecuados para su operación.

### **9.4. OBJETIVO DEL LABORATORIO**

Desarrollar en los usuarios competencias en el análisis, operación e instalación de sistemas automatizados, así como en el diseño, programación, diagnóstico y optimización de estrategias de producción.

### **9.5. NORMAS DE USO**

- El laboratorio está disponible para realizar las prácticas en los momentos programados con el docente y bajo su tutoría. Fuera de estos espacios no se permite el ingreso al laboratorio ni la manipulación de los equipos.
- Para hacer un adecuado uso del tiempo en el desarrollo de las prácticas, acójase a las indicaciones del docente y a la metodología a seguir durante la experiencia,

respetando los momentos de enseñanza teórica y participando activamente en la enseñanza práctica sobre el sistema. Evite manipular la herramienta fuera de los tiempos establecidos para tal fin.

- Los equipos instalados en el laboratorio están diseñados para estar en contacto con los usuarios, permitiendo la interacción y manipulación de sus componentes dentro de rangos razonables. Haga buen uso de este derecho y recuerde que la herramienta es para la enseñanza de un elevado número de usuarios, requiriéndose la conservación de su estado.
- La materia prima utilizada en los procesos de producción, así como algunos componentes del sistema son elementos de pequeños tamaños; devuélvalos para próximas experiencias.
- Mantenga las condiciones mínimas de seguridad industrial publicadas en el laboratorio. Los accidentes perjudican el desarrollo de las prácticas y limitan próximas experiencias.
- No ingrese alimentos al laboratorio, recuerde que el sistema está conformado por sensores, actuadores, conductos electroneumáticos y equipos de alta tecnología que son sensibles a los líquidos y sólidos.
- En caso de detectar algún daño o anomalía en el funcionamiento de los equipos, repórtelo de inmediato al administrador del laboratorio.

## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizado el trabajo de formulación y evaluación del proyecto, se concluye que:

- La iniciativa de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de adquirir una herramienta de producción automatizada se justifica desde diferentes frentes:
  - De una parte, las industrias que reciben a los profesionales de la Escuela requieren orientación para la gestión y administración de nuevos esquemas productivos que les permitan alcanzar un mayor nivel de productividad y competitividad en los mercados actuales tanto nacionales como internacionales, encontrando en el uso de herramientas con tecnología avanzada una buena alternativa.
  - De otra parte, el uso de una herramienta de las características de HAS 200TM contribuye significativamente a las estrategias de la Escuela para desarrollar en sus estudiantes competencias más que la simple transmisión de conocimientos, esto en razón a que el sistema en mención ha sido diseñado con la contribución no solo de reconocidas organizaciones internacionales de investigación y desarrollo de tecnologías, sino de instituciones educativas, que conocen las necesidades pedagógicas de formación.
  - En adición, la Universidad ha definido sus necesidades y establecido como prioridades aquellos proyectos que aporten a la investigación, la innovación y la transferencia de conocimientos, por lo que se considera que la iniciativa está enmarcada dentro de los lineamientos instituciones y apunta a tales fines.
  - Finalmente, la población que atiende la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales tanto a nivel de pregrado como de posgrado, justifica la inversión en un sistema con las características que se identifican en HAS 200TM.
- La herramienta que la Escuela desea adquirir cumple con los requerimientos que los docentes del área de Dirección de Operaciones consideran relevantes para el proceso de enseñanza, así como con la evaluación de factores para la adquisición de tecnología.
- La Escuela y la Universidad poseen los recursos y la infraestructura que será necesaria para el montaje y operación del laboratorio planteado.
- Finalizada la fase de formulación se considera que el proyecto planteado en este documento es viable, no solo por el impacto de los beneficios que se obtendrán con él en la población directamente afectada (usuarios del sistema), quienes recibirán de la Universidad mayores herramientas para su desempeño laboral, sino por lo que esto significa en el desarrollo de las empresas regionales (en un primer momento) y en el proceso de crecimiento de la investigación en la Universidad.

De otra parte, para garantizar la implementación del laboratorio se recomienda:

- Presentar el proyecto ante la Universidad y el Banco de Programas y Proyectos para gestionar los recursos acogiéndose a las fechas sugeridas en el plan de trabajo, con el fin de garantizar la disponibilidad del laboratorio en el segundo semestre académico del año 2008.
- Presentar el proyecto de expansión física ante la Universidad y el Banco de Programas y Proyectos, priorizando las adecuaciones locativas requeridas para la instalación del laboratorio.
- Plantear el esquema de trabajo de los docentes del área para el levantamiento de las prácticas específicas que se desarrollarán en el laboratorio, referentes a las asignaturas de los diferentes planes de estudio objetivo del proyecto.
- Plantear el esquema de trabajo del grupo de investigación de la Escuela y de otros grupos de investigación de la Universidad, de tal forma que se inicie la exploración y análisis de la herramienta.

Con respecto al proceso de formulación y la metodología utilizada se aporta:

- La estructura planteada por el Banco de Programas y Proyectos de la Universidad aborda de forma ordenada los tópicos mínimos que deben considerarse en la formulación de un proyecto, haciendo específico lo que espera de cada sección en el documento soporte. Debe sin embargo profundizarse en la evaluación financiera del proyecto, pues como se presenta no utiliza parámetros útiles de decisión (como el Valor Presente Neto) ni sugiere determinar indicadores como la tasa interna de retorno, que podrían con la información levantada construirse sin dificultad y brindar criterios válidos de elegibilidad ante varios proyectos con aparentes beneficios similares.
- La metodología omite igualmente la estructuración del plan de trabajo a seguir, pues no solicita cronograma ni asigna responsables a las actividades. Para el proyecto de interés de este documento esta estructura se levantó por considerarse pertinente, pero la inexistencia de este requerimiento lleva a los formuladores de los proyectos que utilizan la metodología del BBPUIS a dejar de lado parte importante de la planificación y a omitir la construcción de la base para el seguimiento y control del proyecto, base necesaria para alcanzar el cumplimiento de las fechas y los costos.
- Finalmente, el BPPUIS no plantea alternativas de seguimiento al proyecto desde la Oficina de Planeación, dejando a libertad de las unidades la ejecución de los proyectos.

## 11. BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

- PEREZ GOELKEL, Lucía Beatriz. Desarrollo de mediaciones pedagógicas para construcción de competencias necesarias en el área de Dirección de Operaciones del programa de Ingeniería Industrial. (Tesis de grado).
- CAMPOS RUEDA, Ramón Alberto y otros. Evaluación de la pertinencia social de los programas académicos de pregrado de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas de la Universidad Industrial de Santander. (Tesis de grado).
- TEBAR BELMONTE, Lorenzo. El perfil del profesor mediador. Editorial Santillana.
- Project Management Institute. Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOOKTM
- Oficina de Planeación UIS. Procedimiento para la presentación de proyectos ante el Banco de Programas y Proyectos de la Universidad Industrial de Santander.
- Oficina de Planeación UIS. UIS en cifras 2006
- Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Acta de Claustro de profesores EEIE No. 015 del 21 de septiembre de 2007
- Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Documento de reforma programa de Ingeniería Industrial
- Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Documento de Autoevaluación del programa de Ingeniería Industrial con fines de Renovación de la Acreditación
- [www.dnp.gov.co/archivos/documentos/Subdireccion\\_Conpes/3439.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/Subdireccion_Conpes/3439.pdf). Documento CONPES 3439
- [http://www.snc.gov.co/pagina\\_nueva/que.html](http://www.snc.gov.co/pagina_nueva/que.html) . Presentación Lineamientos estratégicos de la política de competitividad y productividad. Sistema Nacional de Competitividad
- [www.dinero.com](http://www.dinero.com). Revista Dinero versión electrónica
- [www.smctraining.com/pdf/c/has.pdf](http://www.smctraining.com/pdf/c/has.pdf). Generalidades HAS 200TM
- <http://www.smctraining.com/has200.htm>. Presentación HAS 200TM
- <http://www.matec.org/forums/viewtopic.php?t=88>. Registro fotográfico de HAS 200TM