

## IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA TEXTIL

L. G. Gutiérrez Torres<sup>1</sup>  
F. J. Martínez López<sup>2</sup>  
P. Vega Flores<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este trabajo presenta el resultado de la implementación de un sistema de información para el control de producción en una empresa de la industria textil, ubicada al sur del Estado de Guanajuato. Para el análisis, diseño, desarrollo e implementación de esta plataforma informática, se utilizaron procesos y métodos del Centro de Desarrollo de Software del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato (ITSUR), el cual cuenta con la acreditación internacional de calidad, Capability Maturity Model Integration (CMMI) nivel 3. Este trabajo se llevó a cabo dentro de las instalaciones del ITSUR con el esfuerzo docentes y alumnos de la institución. El proyecto es el resultado de un trabajo de vinculación con una empresa del ramo textil, cuyo principal objetivo es mejorar y automatizar todo el proceso de producción de prendas textiles. Proyectos similares a este forman parte de una estrategia de vinculación del ITSUR, mediante la cual se logran muchos beneficios, tanto para el sector productivo de esta región del Estado de Guanajuato como para el ITSUR, los docentes que participaron en el proyecto y los alumnos que apoyaron en el desarrollo de los sistemas. La industria textil se ve beneficiada, ya que ahora cuenta con un sistema de información que le permite un registro rápido del avance de la producción. Los datos recabados por este software permiten llevar un control detallado del avance de la producción, la generación de reportes, estadísticos detallados e inclusive el pago de nómina.

### ANTECEDENTES

Este trabajo está basado en la implementación de un sistema automatizado de control de producción en la industria textil. El desarrollo de este sistema de información utiliza procesos y métodos del Centro de Desarrollo de Software del ITSUR, el cual cuenta con la acreditación internacional de calidad CMMI nivel 3. Este trabajo se llevó a cabo dentro de las instalaciones del ITSUR con el esfuerzo de cinco docentes de la institución, y el apoyo de dos alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas. El ITSUR es un instituto tecnológico descentralizado ubicado en la ciudad de Uriangato, Guanajuato.

Se ha desarrollado un trabajo colaborativo con la empresa para efectuar un trabajo de re ingeniería de sus procesos, a partir de los cuales se han especificado una serie de requerimientos, que permitieron generar el desarrollo de una solución tecnológica para la empresa, la cual permite un registro rápido del avance de la producción con información importante, sobre quien desarrolló cada una de las etapas del producto, qué día y a qué hora. Los datos recabados permiten ahora la generación de reportes y estadísticos detallados.

### El Centro de Desarrollo de Software y los cuerpos académicos

El Centro de Desarrollo de Software (CDS) es una unidad que se encuentra dentro del ITSUR y está formada por seis docentes, alumnos de residencias profesionales y alumnos de servicio social. Dichos alumnos tienen una rotación semestral o anual, debido a la

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. licgerman@itsur.edu.mx

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. fj.martinez@itsur.edu.mx

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato. p.vega@itsur.edu.mx

duración de las residencias profesionales y el servicio social. La generación de recurso humano altamente competitivo en tecnologías de punta para fomentar la industria local de “Desarrollo de Software”, es uno de los principales objetivos del CDS para la posterior vinculación de estos alumnos con el sector productivo de la industria del software. El CDS del ITSUR obtuvo la acreditación de CMMI nivel 2 en el mes de julio de 2010, y el nivel 3 en diciembre de 2013.

Con la evolución del trabajo de los docentes y, además, debido a las estructuras de investigación que fomenta el Programa para el desarrollo profesional docente del tipo superior (PRODEP), y el Tecnológico Nacional de México (TECNM), los docentes involucrados en el CDS del ITSUR formaron dos cuerpos académicos relacionados ambos con el desarrollo de software. Estos cuerpos académicos colaboran constantemente en sus respectivos proyectos de desarrollo tecnológico, utilizando todo el conocimiento adquirido previamente sobre metodologías de calidad como CMMI.

El modelo CMMI es un conjunto de normas para calidad enfocadas a empresas de desarrollo de software. Estas normas se aplican a los diferentes procesos que se deben llevar a cabo para lograr producir software con calidad y en el tiempo especificado. Es muy importante mencionar que CMMI nos dice qué hay que hacer, pero no menciona cómo hay que hacerlo. Cada empresa debe desarrollar sus propios procesos para cumplir con las prácticas del modelo.

Los modelos CMMI son conjuntos de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Este modelo denominado CMMI para Desarrollo, proporciona un conjunto completo e integrado de guías para desarrollar productos y servicios (CMMI Institute, 2014).

El ITSUR se encuentra en la zona sur oeste del Estado de Guanajuato, la cual se caracteriza por su industria textil. Como lo afirma Vangstrup (1995), esta zona se convirtió en los años ochenta en el principal centro de producción de suéter de la república, y en un centro nacional de comercialización textil de primera magnitud. Un indicador que muestra el crecimiento de la comercialización de productos textiles en la zona es el número de tianguis que se generaron. El número de tianguis en la ciudad de Morelón creció de 2 en 1992 a 16 en 2007; pero también, podemos observar como este indicador refleja el estado de la economía en los últimos años, ya que para 2010 la cifra cayó hasta 5 tianguis. Tinoco y Guzmán (2009) encontraron que son varios los factores que afectan las empresas en Uriangato y Morelón, y que están orillándolas a desaparecer. Entre esos factores se encuentran el precio, la calidad y la competitividad.

Diversos estudios muestran la problemática que enfrenta la industria textil en México, tal es el caso del documento, La Industria Textil en México, en el cual ITAM (2010) señala que desde el año 2000, esta industria ha enfrentado una careciente competencia de países como China; sin embargo, en los últimos años ha enfrentado una crisis que se traduce en la baja de producción, empleo y ventas, además, de una continua pérdida de competitividad.

El documento del ITAM también propone un conjunto de estrategias de competitividad y de apoyo dirigidas a los actores clave de la industria textil, con el objetivo de colocar a la industria en una posición competitiva. Dentro de estas estrategias se encuentran dos que señalan la importancia de la vinculación de la empresa con las universidades, además de la actualización en cuestiones de tecnologías de información.

En el mismo documento, ITAM (2010) menciona una estrategia de asesoría y asistencia técnica, en la cual recomiendan que la industria mejore la eficiencia de procesos productivos, estándares y sistemas de calidad, manejo y operación de tecnologías de producción avanzadas y tecnologías de información, cambio y desarrollo tecnológico.

Otra estrategia que tomar en cuenta es la vinculación universidad-empresa, ya que el potencial de los recursos humanos con que cuentan las Instituciones de Educación Superior (IES), los centros de investigación, y los centros de desarrollo textil deben vincularse, mediante el desarrollo de programas de capacitación, y asistencia técnica que consideren a estas instituciones y a las empresas textiles. Asimismo, debe aprovecharse la infraestructura educativa y de investigación del país para la formación y desarrollo continuo de recursos humanos para la industria textil.

En este contexto, el CDS del ITSUR participa en conjunto con una empresa textil de la ciudad de Moroleón, en un proyecto denominado Sistema de Gestión de Producción, para aportar sus conocimientos en el área de las tecnologías de la información, apoyando a la industria de la región.

### **Objetivos y alcances del proyecto**

El objetivo principal del proyecto es desarrollar un sistema de información, que permita llevar un control detallado sobre todos los aspectos involucrados en el proceso de producción en la industria textil, y que al mismo tiempo permita almacenar datos suficientes para el análisis, la toma de decisiones y la planeación de la producción.

Esta plataforma tecnológica servirá como guía y apoyo a una planeación más eficiente de todo el proceso de fabricación de las prendas textiles, lo que se verá reflejado en la disminución del tiempo de producción, al contemplar dedicar mayores recursos de maquinaria por menor tiempo a cada modelo de ser posible, y además permitirá generar la nómina de una manera precisa en base al trabajo realizado por cada uno de los empleados en las diversas etapas del proceso de fabricación.

Actualmente, el seguimiento de la producción se hace de forma manual, solamente con el apoyo de hojas de cálculo, lo que implica mayor margen de error, y no permite tener información de alta importancia a tiempo, ya que la empresa ha detectado que en repetidas ocasiones cuando la información de algún problema o falla en la producción llega al personal encargado de tomas de decisión, ya se vio afectada gran parte de la producción, lo que representa mayores costos y desperdicios. Con la optimización y control del proceso de producción, los márgenes de utilidad se verán incrementados.

Por otro lado, al reducir el tiempo de respuesta a los pedidos la empresa tendrá la capacidad de atender mayor número de pedidos de los clientes. El impacto esperado para el sector se enfoca en distribuidores, comerciantes y vendedores, es decir, en los clientes finales.

## METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema de información se llevó a cabo utilizando los procesos de CMMI nivel 3 del CDS, los cuales incluyen el ciclo de vida ITSUR desarrollado específicamente por este centro de desarrollo, y el cuál se basa en los ciclos de vida clásico e iterativo. Los pasos de esta metodología incluyen una fase de análisis inicial, una planeación general y posteriormente, una serie de iteraciones que contienen los procesos para obtención de requerimientos, diseño, desarrollo, pruebas e implementación. El número de iteraciones se define en base al tamaño del sistema de información, y en base al personal que participa en el desarrollo.

En el CDS del ITSUR se han desarrollado varios proyectos similares a este, tanto internos como externos que podemos verificar en otros trabajos como el de Vega (2015), el cuál menciona que los alumnos son asignados a un rol en el proyecto, de acuerdo con sus habilidades. Los alumnos pueden desarrollar roles en alguna de las siguientes áreas:

- Programación.
- Pruebas de software.
- Calidad.
- Auxiliar de líder de proyecto.

De manera similar, Morales (2015) resalta el trabajo de alumnos de residencias y servicio social en los proyectos desarrollados por el CDS en su proceso de acreditación del nivel 3 de CMMI. El autor señala, además, que en los roles de los estudiantes del ITSUR pueden orientarse a cuestiones técnicas de programación, o bien pueden apoyar en actividades administrativas y de auditorías para la calidad del proceso.

Este software de control de producción para la industria textil, en específico, fue desarrollado por cinco docentes del CDS, dedicando tiempo parcial al proyecto ya que entre sus actividades se encuentran cuestiones académicas, de investigación, de gestión y de vinculación, además, se contó con el apoyo de dos alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el rol de programadores. La empresa textil participó activamente en la etapa de análisis del sistema. Los ingenieros industriales responsables de la producción apoyaron en la obtención y definición de requerimientos para generar una reingeniería de procesos y, por consiguiente, adaptar el sistema de información a las necesidades de la empresa.

Los profesores llevaron a cabo los roles de líder de proyecto, analistas, arquitecto de software y programadores. Ambos alumnos desempeñaron el rol de programador, apoyando en tareas asignadas específicamente por los docentes y, además, participando activamente en las reuniones.

Para el desarrollo del sistema se utilizó la plataforma de desarrollo Visual Studio .net con el lenguaje Visual Basic. Se montó el sistema gestor de bases de datos MySQL Server versión 5.5 en un servidor dedicado dentro de la empresa.

### Funcionamiento del sistema

El seguimiento del proceso de producción se lleva a cabo desde la creación en el sistema de una orden de producción. A partir de la orden de producción se generan las etiquetas de código de barras que acompañarán los lotes desde que salen de las máquinas de tejido. El tejedor registra cada uno de los lotes que está produciendo, mediante estas etiquetas con el apoyo de un lector de código de barras. La Figura 1, Proceso de seguimiento de la producción, muestra gráficamente cada uno de los procesos por donde pasan las prendas.

Después del tejido, el siguiente paso es el planchado, donde el planchador registra también su trabajo con el lector de código de barras. Se han distribuido varias computadoras en la fábrica para agilizar el proceso de registro.

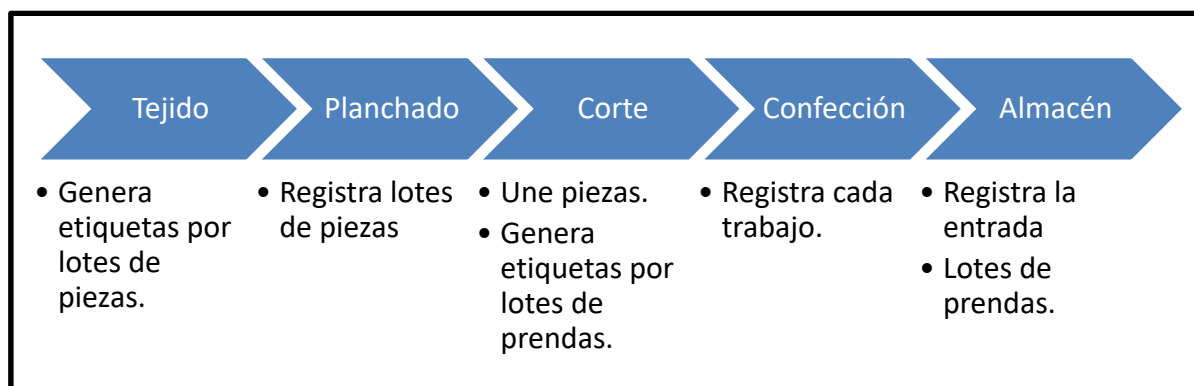


Figura 1. Proceso de seguimiento de la producción.

En el área de corte se unen las piezas (frentes, espaldas, mangas, bolsas etc.), y se forman las prendas. Dichas prendas utilizan otra etiqueta que las acompañará hasta que las prendas estén completamente terminadas y entren al almacén. Cada uno de los empleados es responsable del registro en el sistema de las prendas que confecciona.

Este seguimiento puntual permite conocer exactamente quien tejió la prenda, quien planchó, cortó, quien colocó los botones, quien hizo el trabajo de la máquina overlock, la recta y la collareta. Todas y cada una de las personas involucradas en la confección de cada prenda tienen un registro exacto con fecha y hora. Con la información recolectada por el sistema, se genera un pago exacto a cada persona por el trabajo realizado.

El sistema de información contempla todos los procesos productivos de la empresa, desde la administración del almacén de tejido, pasando por la definición de las fichas técnicas de las prendas, la creación de las órdenes de producción, el seguimiento en todas las áreas desde el tejido hasta la confección, y por último el ingreso de las prendas terminadas al almacén. El registro en cada punto ha sido probado por los supervisores y por los empleados de una forma exitosa.

En la Figura 2, Etiqueta única, se puede apreciar que mediante el seguimiento de una prenda es posible conocer exactamente quien realizó el corte, el tejido, el planchado y cada uno de los procesos indicando, además la fecha y hora de registro.

Proceso	Responsable	Fecha
CORTE	EDGAR ARTURO CARO LUCIO	23/06/2014 19:43:24
OVER MAQUILA	ERENDIRA	25/06/2014 13:43:05
COLLARETA	MARIA TINOCO	06/07/2014 10:57:07
RECTA	ELVIA GARCIA	08/07/2014 09:02:27
REVISADO	JOSE	09/07/2014 15:29:49
PLANCHA PT	ANTONIO	09/07/2014 18:01:12
DOBLADO	JUANA SALGADO	12/07/2014 13:42:48

Figura 2. Etiqueta única.

El seguimiento detallado en cada uno de los procesos de producción permite entre otras cosas, el cálculo de la pre nómina, un control de calidad preciso que permite verificar que empleado realizó qué parte de la prenda y en qué momento, generar reportes de avance de la producción, y muchos otros relacionados a la productividad, tanto de los empleados como de las máquinas de la empresa.

El cálculo de la nómina es un proceso complicado cuando se realizan pagos por la productividad, ya que se debe tener un control exacto y detallado de las actividades de cada empleado. Uno de los resultados que permite arrojar el sistema de información es la pre nómina, ya que la base de datos cuenta con toda la información para realizar esta tarea. La Figura 3, Cálculo de nómina, permite apreciar la ventana de pre nómina, en la cual aparecen los empleados, los procesos que realizaron y el pago que se les debe efectuar en un periodo de tiempo.



Seleccione las fechas para generar la pre nómina.

Fecha de inicio: 08/06/2014 Hora de inicio: 17:00  
 Fecha final: 14/06/2014 Hora final: 16:59

Salir Generar Pre Nómina Exportar a Excel

Prenómina de empleados Prenómina de maquila

Arrastre el encabezado de una columna aquí para agrupar por tal columna.

Clave	Nombre	Proceso	Cantidad	Pago
58	EVA MORA	DOBLADO	1000	\$579.60
59	JOSE MORENO	OJAL	460	\$620.80
59	JOSE MORENO	BOTON	460	\$160.00
60	GABRIEL	OJAL	340	\$620.80
60	GABRIEL	BOTON	300	\$160.00
61	JUAN YEPEZ	REVISADO	975	\$614.00
62	MARIA TINOCO	COLLARETA	2601	\$1,527.15
65	SILVIA MURILLO	REVISADO	702	\$153.00
TOTALES:				Pago total = \$ 10,835.44

Figura 3. Cálculo de nómina.

## RESULTADOS

El Sistema de Gestión de Manufactura ha sido desarrollado, probado e implementado completamente. Actualmente se encuentra operando en las áreas de almacén de hilo, tejido, almacén de tejido, corte, todas las áreas de confección y almacén de producto terminado. Cotidianamente es utilizado por decenas de usuarios entre los que se encuentra el encargado del almacén, los diseñadores, tejedores, cortadores, planchadores, personal de confección, responsables del área de producción y directivos de la empresa.

La información que se recaba en todo momento, durante todo el proceso de producción permite la generación de varios reportes de producción para ejecutivos y responsables del área de producción, el despliegue preciso de la pre nómina para el pago semanal, y el control detallado del proceso de producción. Este cambio en la forma de controlar la producción ha permitido a la empresa mejorar su funcionamiento en general.

El personal en un principio mostró cierto rechazo al cambio en la forma de trabajar, pero actualmente, todos utilizan el sistema de forma normal. El sistema permite ahorros significativos de tiempo cada semana, ya que ahora la nómina puede calcularse en unos cuantos segundos, generando un ahorro de varias horas que tomaba el proceso manual.

En el caso de los alumnos, la participación en el proyecto ha representado una experiencia retadora, pero al mismo tiempo una gran oportunidad de aprender con un sistema real, con un cliente exigente en un entorno vinculado a la industria.

El proyecto ha contribuido claramente a la formación de los alumnos del ITSUR en dos aspectos principales. En primer lugar, los alumnos participantes han aprendido

directamente de un proyecto real, obteniendo experiencia en procesos, manejos de herramientas de control de versiones de código, metodologías de calidad y arquitectura de software. Por otro lado, alumnos del ITSUR que no participaron en el proyecto, también tienen beneficios indirectos, ya que los docentes que les imparten clase se encuentran trabajando en actividades de desarrollo de software y la experiencia obtenida se comparte en el aula de clase.

## CONCLUSIONES

Se puede concluir, de acuerdo con los resultados obtenidos, que empresas textiles de tamaño mediano y pequeño pueden implementar procesos de producción automatizados y eficientes en vinculación con las universidades, mejorando de esa forma sus procesos de producción y el control de calidad de sus productos. En futuros proyectos, este sistema podría ser implementado en otras fábricas textiles con procesos similares, o bien podría adaptarse el software para que sea posible utilizarlo en otras empresas de la región sur del Estado de Guanajuato, principalmente en Moroleón y Uriangato.

Las IES pueden aportar soluciones a la industria de su zona de influencia en beneficio de la sociedad, de las empresas e inclusive en beneficio de la comunidad estudiantil, ya que la experiencia obtenida en este tipo de proyectos permite a los docentes mejorar en su práctica profesional.

Han sido mencionadas diversas consecuencias que aluden al impacto que ha tenido el CDS sobre el ITSUR, se podría decir que aún no se han mencionado todas, sin embargo, es notable que las capacidades y habilidades que este proyecto ha podido desarrollar, tanto en profesores como docentes representan un salto significativo entre la brecha educación-empresa.

En este Instituto Tecnológico se ha logrado vincular efectivamente a docentes y alumnos con empresas de la región, y derivado de esta vinculación se ha beneficiado la industria y, por lo tanto, a la sociedad en el entorno del ITSUR. Queda claro que es posible integrar el estado del arte de los conocimientos que requieren las empresas en los alumnos, y los profesores.

Por otro lado, con proyectos de este tipo se ha logrado elevar el nivel de competencia de los profesores de tiempo completo. Esta conclusión coincide con Martínez (2015), quien menciona que el desempeño de los docentes se ha visto beneficiado a tal grado que es notable dentro de la comunidad académica, y ha posibilitado la generación y aplicación de conocimiento, de manera que tales profesores puedan incursionar en el campo de la investigación. Menciona también, que se ha dado soporte para que los profesores puedan asesorar de manera directa a los alumnos en cualquiera de las disciplinas relacionadas con la Ingeniería de Software.

## BIBLIOGRAFÍA

CMMI Institute. (2014). *CMMI: Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Recuperado el 16 de agosto de 2014, de <http://cmmiinstitute.com/cmmi-solutions/translations/cmmi-dev-spanish/>



- Instituto Tecnológico Autónomo de México (2010). *La Industrial Textil en México; Diagnóstico, Prospectiva y Estrategia*. México D.F.: Centro de Estudios de Competitividad del ITAM.
- Martínez, F., Vega I., & Morales, D. (2015). Proceso e impacto institucional de la acreditación cmmi-dev 13 del centro de desarrollo de software. *ANFEI Digital*, 1-9.
- Morales, D., Gutiérrez, G., & Martínez, J. (2015). Profesores y alumnos inmersos en la implementación de un modelo internacional de procesos de software. *ANFEI Digital*, 1-9.
- Tinoco C., & Guzmán, E. (2009). Factores de Desaparición de las Micros y Pequeñas Empresas Textiles de Moroleón y Uriangato. *Panorama Administrativo*.
- Vangstrup, U. (1995). Moroleón: La Pequeña Ciudad de la Gran Industria. *Espiral*, 101-133.
- Vega, I., Martínez, F., & Alcantar, P. (2015). Sistema integral de control escolar; proyecto incluyente para la formación profesional de calidad. *ANFEI Digital*, 1-8.