

Modelos de desarrollo de software de exportación en el contexto de una región emergente: Caso área metropolitana de Monterrey, análisis de campo por el método de regresión lineal múltiple (Software development exportation model in an emergent region "MAM": Field study via linear multiple regression model)

Torres, F., G. Alarcón G & M.A. Palomo
FACPYA, UANL, San Nicolás de los garza, N.L. México

Keywords: Metropolitan Area of Monterrey, model, software

Abstract. The objective of this document is to give to know the advantages that the different successful development models have offered for companies development of export software, making a synthesis from the CMM, until arriving to the CMMI, without stopping to make a critical analysis on the two models that have identified the critical factors for the export of software of the called countries of "3I" that they have demonstrated its success in this segment like: the model of factors of success for the software export (Heeks and Nicholson, 2002) and the model Oval (Carmel, E., 2003b), giving the minimum recommendations to the Mexican companies, developments of software export, have the competitiveness required in the international environment. This work is the result of the bibliographical revision of the models of software development and it is part of the doctoral thesis, about a sample of 40 companies developments of software export and the critical factors: Standard technological, Capacity of technological innovation, Formation of human capital, financial Capital and Support in investigation and development, with the purpose of identifying the opportunity areas to improve their international competitiveness, besides the economic results that can be obtained. The present study is based on the application of the statistical technique of the model of multiple lineal regressions, giving the following values: $R= 0.549$, $R^2=0.302$, $R^2 \text{ Ajust} = 0.275$. The positioning of the companies Mexican developments of software export and, in the particular case in the Metropolitan Area of the City of Monterrey, in the world market of software and related services, it will depend: that the company has a model to develop software export; of the consolidation of managerial associations of TI for the development of the export software and of the development of managerial consortia of export software in the Metropolitan Area of the City of Monterrey that they come to consolidate this industry in the northeast of the country.

Palabras clave: Área metropolitana de Monterrey, modelo, Software

Resumen. El objetivo de este documento es dar a conocer las ventajas que han ofrecido los diferentes modelos de desarrollo exitosos para empresas desarrolladoras de software de exportación, haciendo una síntesis desde el CMM, hasta llegar al CMMI, sin dejar de hacer un análisis crítico sobre los dos modelos que han identificado los factores críticos para la exportación de software de los países llamado de las "3I", que han demostrado su éxito en este segmento como son: el modelo de factores de éxito para la exportación de software(Heeks y Nicholson, 2002) y el modelo Oval(Carmel, E., 2003b) , dando las recomendaciones mínimas necesarias para que las empresas mexicanas, desarrolladoras de software de exportación, tengan la competitividad requerida en el ámbito internacional. Este trabajo es el resultado de la revisión bibliográfica de los modelos de desarrollo de software y forma parte de la tesis doctoral, sobre una muestra de 40 empresas desarrolladoras de software de exportación y los factores críticos: Estándares tecnológicos, Capacidad de innovación tecnológica, Formación de capital humano, Capital financiero y Soporte en investigación y desarrollo, con el fin de identificar las áreas de oportunidad para mejorar su competitividad internacional, además de los resultados económicos que pueden obtenerse. El presente estudio se basa en la aplicación de la técnica estadística del modelo de regresión lineal múltiple, dando los siguientes valores: $R=0.549$, $R^2=0.302$, $R^2_{Ajustada}=0.275$. El posicionamiento de las empresas mexicanas desarrolladoras de software de exportación y, en el caso particular en el Área Metropolitana de la Cd. de Monterrey, en el mercado mundial de software y servicios relacionados, dependerá: de que la empresa cuente con un modelo para desarrollar software de exportación; de la consolidación de asociaciones empresariales de TI para el desarrollo del software de exportación y del desarrollo de consorcios empresariales de software de exportación en el Área Metropolitana de la Ciudad de Monterrey, que vengan a consolidar esta industria en el noreste del país.

Introducción

Se analizaron en la literatura las corrientes de pensamiento sobre modelos de desarrollo de software de exportación exitosos, haciendo un análisis crítico de: 1).- los modelos exitosos de empresas desarrolladoras de software y 2).- los factores críticos de los diferentes modelos de software de exportación de economías exitosas, describiéndolos en sus respectivas líneas del tiempo. Iniciando con el [CMM] (Paulk, M., et al.,1993), el cual, a mediados de los ochenta fue desarrollado en EE.UU. por el Instituto de Ingeniería de Software (SEI, por sus siglas en inglés), el gobierno y la industria de [TI], que han servido como marco de trabajo para solucionar el problema de utilizar múltiples modelos y con ello implementar las mejores prácticas de ingeniería de software; y han impulsado la utilización efectiva de tecnologías, como la de construcción de prototipos y el análisis estático de programas, para mejorar la calidad de los procesos de desarrollo del software; así, al implementar este modelo se tiene un efecto importante en la calidad del producto; también nos muestra cómo los factores de habilidades y experiencia de los ingenieros de desarrollo afectan la calidad de los productos. El modelo es grande y rígido para pequeñas y medianas empresas, por lo que se

desarrolló el [SPICE] (Paulk, M. y Konrad, M., 1994), el cual es más flexible que el [CMM] para este tipo de empresas.

Otro modelo que surge, por la necesidad de tener desarrollos de software de calidad, es el Modelo Bootstrap (Haase, V., et al., 1994), que nos presenta las siguientes contribuciones: lineamientos para un sistema de calidad de las compañías que apoyen a la mejora de procesos, y una distinción importante entre organización, metodología y tecnología.

Por otro lado, ante la necesidad de contar por lo menos con un modelo de calidad, para los procesos de desarrollo de software, se propone la norma de aseguramiento de la calidad ISO9001:2000 (Oskarsson, O y Glass, R., 1995). El interés para nuestra investigación es referenciar un modelo de calidad serio, en el desarrollo de software en la organización, que sea reconocido por la comunidad internacional de [TI]; no obstante, esta norma de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) no es reconocido por la comunidad de ingeniería de software como un modelo para el desarrollo de software de calidad.

Con los modelos anteriores, se empezó a identificar la importancia del recurso humano dentro de las empresas desarrolladoras de software, por lo cuál se desarrolló el [P-CMMI] (Curtis, B., et al., 2001); este modelo puede utilizarse como un marco de trabajo, para mejorar la forma en la que una organización administra sus recursos humanos, así mismo, asegura que la capacidad de desarrollo de software sea un atributo de las organizaciones, más que de unos pocos individuos; otro objetivo que se obtiene al implementar este modelo, es alinear la motivación de los individuos con la de la organización y plantea la necesidad de retener los activos humanos (por ejemplo, personas con habilidades y conocimientos importantes) dentro de la organización.

Con los diferentes modelos de procesos de desarrollo de software, que se habían desarrollado a la fecha, surgió la necesidad de crear un modelo que integrará las mejores prácticas de ingeniería de software de cada uno de ellos, dando como resultado el [CMMI] (Ahern, D., et al., 2001); este modelo es un estándar internacional, utilizado por las principales naciones exportadoras de software y tiene 5 etapas para identificar el grado de madurez de la organización, en sus dos instancias: uno por Etapas, que evalúa a toda la organización ubicándola en una de las etapas y otro Continuo, que evalúa los procesos individualmente, ubicando a cada uno según su etapa de madurez dentro de la organización. La principal ventaja de esta última instancia es, que las organizaciones pueden elegir procesos de mejora de acuerdo con sus propias necesidades y requerimientos.

En México, se está trabajando para desarrollar la industria de la exportación de software, se tiene el Programa económico para el Desarrollo de la Industria del Software [PROSOFT] (2002), dentro del cual se desarrolló el Modelo

de Procesos para la Industria de Software [MoProSoft], v1.3 (2005) y su objetivo es, fomentar la estandarización de la operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software en la industria de TI mexicana. Así, con la adopción del modelo, se pretende elevar la capacidad de las organizaciones para ofrecer servicios con calidad y alcanzar niveles internacionales de competitividad en México.

Ahora bien, con un mercado internacional de software de exportación de gran magnitud y países que han demostrado su éxito en la exportación de software, es necesario comentar los enfoques teóricos relevantes que abordan el tema al respecto, los cuales se resumen a continuación: En el Informe del Banco Mundial (Garry, G., 1999) se clasificaron las nuevas naciones exitosas de exportación de software, según cuatro criterios: 1) El costo (China), 2) La habilidad angloparlante (Irlanda y Singapur), 3) Facilidad de hacer negocio (Israel, Irlanda, India y Singapur) y 4) La especialización del segmento (India).

Con este informe, y el éxito demostrado en los noventa en la exportación de software por los países de las "3I", se desarrolló el Modelo de factores de éxito en la exportación de software (Heeks, R. y Nicholson, B. 2002); este modelo identifica 5 factores de éxito para la exportación del software, en el caso de los países de las "3I", estos son: 1) La demanda del software del mercado internacional, 2) las alianzas y confianza internacional, 3) la visión y estrategia del software nacional, 4) las características de la industria del software nacional y 5) los factores domésticos de infraestructura.

También se encontró, que de las 37 empresas importantes de India que realizan exportación de software, 20 tienen el [CMMI], en el nivel 5.

Al inicio, los costos de la mano de obra podrían parecer ser la variable central del éxito de exportación de software para los países de las "3I"; pero otro elemento que figura en su éxito, es el idioma/inglés; además, los gobiernos de estos países han actuado para estimular la generación de empleo y capital de riesgo por las empresas del software, así, este grupo de países ha usado atractivos estímulos de impuestos, subsidios, concesiones y préstamos, es decir, sus respectivos gobiernos tienen un papel más promocional.

Por último, tenemos al Modelo Oval (Carmel, E., 2003b) el cuál es la base en la identificación de los factores de éxito en la exportación de software, se encontró tres factores más de los planteados por el modelo anterior, los cuáles son: 1).- El capital humano, 2).- Los sueldos y 3).- La calidad de vida. En este estudio se demostró lo siguiente: El capital humano del sector del software comprende las características colectivas y habilidades de sus profesionales; en este factor el idioma/inglés aparece dentro de un criterio importante en las capacidades de empresas desarrolladoras de software donde los gerentes que utilizan los servicios del *outsourcing* tienden a escoger al proveedor de bajo costo.

Estos costos se manejan por los sueldos de la mano de obra del software (de los programadores y de la administración del proyecto). Así mismo, se identificó que los gobiernos pueden jugar un papel crítico a través de la inversión, el estímulo y apoyo al capital de la empresa. Sin embargo, la mayoría de las empresas de las naciones de grado 3 y grado 4 (Carmel, E., 2003a) no tienen el acceso adecuado a los diferentes capitales financieros obligándolos a confiar en su capital de trabajo, cosa que significa un obstáculo en su intento de crecer.

Revisión del marco teórico

Los comentarios sobre la revisión y este análisis detallado se puede consultar en Torres F. (ACACIA, 2008).

A continuación se presenta el resumen de la revisión en la siguientes tablas 1 y 2 de los métodos descritos:

De la revisión bibliográfica se seleccionaron los siguientes factores:

Estándares tecnológicos, capacidad de innovación tecnológica, formación de capital humano, capital financiero, y soporte en investigación y desarrollo; estos factores fueron seleccionados por que el nivel de análisis de la investigación es organizacional y los factores que no se seleccionaron para este estudio son: La visión y política gubernamental, la calidad de vida, y las alianzas pues estas últimas variables son para un análisis macro.

El presente artículo presenta los resultados de aplicar las técnicas multivariadas a los factores críticos en el éxito del desarrollo de software de exportación.

Aplicación de las técnicas de análisis descriptivo y multivariado

Resultados de la técnica descriptiva

La propuesta de la investigación teórica es establecer un conjunto de factores críticos que puedan evaluar las empresas desarrolladoras de software de exportación del AMM. En base a la revisión bibliográfica, se seleccionaron los siguientes factores y sus referencias. Ver la siguiente tabla 3:

En base al marco teórico presentado, se han derivado las variables que serán el sustento para plantear la hipótesis de la investigación:

H1: Los factores críticos de éxito de empresas desarrolladoras de software de exportación en el contexto de una región emergente son: Estándares tecnológicos, capacidad de innovación tecnológica, formación de capital humano, capital financiero, y soporte en investigación y desarrollo.

Resultado de la investigación de campo

Se hizo un estudio de campo cuantitativo, analizando a 40 empresas desarrolladoras de software de exportación del AMM, del cual se obtuvo la interpretación de la encuesta mediante los diferentes métodos estadísticos aplicados. En este apartado se mostrarán los resultados parciales de la investigación, con las técnicas empleadas, para probar la hipótesis de investigación planteada: 1) Análisis Descriptivo, 2) Análisis Paramétrico, 3) Regresión Lineal Múltiple.

Al hacer el análisis de la estadística descriptiva: Método de la distribuciones absolutas y acumuladas, de las variables independientes bajo estudio: ET, CIT, FCH, CF, SIYD, se determinó que tienen un impacto diferenciado en el software de exportación. En la siguiente tabla 3, se realiza un análisis comparativo de los resultados de acuerdo a la escala Likert, de los valores acumulados, y se compara el valor de la mediana con cada caso.

De acuerdo con lo anterior, en la tabla 4, se logra identificar que las variables "SIYD" y "CF" acumulan un 70.7% y 68.3 % respectivamente, ambas variables tienen un comportamiento Mediano situado en 4, lo cual indica que su impacto en el software de exportación es significativo, y así sucesivamente mostrando las restantes variables de estudio, dando una primera aproximación, para identificar los factores que impactan a las empresas desarrolladoras de software de exportación en el AMM, de acuerdo a la opinión de los encuestados.

Posteriormente se hace un análisis paramétrico, que consiste en la realización de procesos estadísticos para poder analizar con un mayor nivel de profundidad, la relación entre las variables de la muestra.

Resultados de las técnicas multivariadas

El análisis paramétricos que se realizó, fue el análisis del Coeficiente de correlación de Pearson, para cada una de las variables bajo estudio.

Coeficiente de correlación Pearson

El coeficiente de correlación Pearson, es un indicador estadístico que relaciona las variables bajo estudio para establecer un valor de correspondencia. La hipótesis nula que se quiere probar, establece que no existe correlación en la población, es decir: $H_0 : P = 0$ y la alterna establece lo contrario: $H_1 : P \neq 0$. Primero se analizó la posible correlación entre variables independientes.

El análisis de los datos de tabla 5, con la relación p-valor < 5%, indica que presentan colinealidad las variables: "ET" con "FCH" y "CIT" con "SIYD", de tal

manera que se rechaza la H_0 . En este sentido, se tomó la decisión de excluir las variables “ET” y “CIT” del análisis. Para excluir la variable “ET”, se fundamentó la decisión con el argumento que se plantea en el estudio “Taxonomía de los nuevos países exportadores de software” (Carmel, E., 2003 a), en el cual ubica a México, como país emergente en el desarrollo de esta industria; pues la empresa mexicana inicialmente no se preocupa por el estándar sino más bien por el capital humano. En cuanto a la variable “CIT”, se excluyó en virtud de que en México las empresas en general, no apoyan la investigación y desarrollo de una manera importante, prefiriendo mejor adquirir nueva tecnología cuando lo requieran.

En lo que se refiere a las tres variables restantes: “FCH”, “CF” y “SIYD”, se procedió a analizar de nuevo la hipótesis H_0 , resultando aceptada, como se muestra en la siguiente tabla 6.

Adicionalmente se llevó a cabo la identificación del grado de correlación entre los factores críticos de éxito de empresas desarrolladoras de software en el AMM y su efecto en el software de exportación.

Como se puede observar, en la tabla 7, se identifica que existe un efecto diferenciado entre el uso de cada factor crítico de éxito de empresas desarrolladoras que impacta el desarrollo de software de exportación; la variable “SIYD” con una correlación de 0.493 y la variable “CF” con una correlación de 0.155 y la variable “FCH” con una correlación de 0.132, son las que mayor impacto presentan, mientras que, las variables “ET” y “CIT”, presentan un efecto de colinealidad con “FCH” y “SIYD” respectivamente.

Métodos estadísticos multivariantes

Los métodos estadísticos multivariantes tienen por objetivo analizar la relación entre las variables de estudio, a saber, las variables independientes y la variable dependiente. A continuación se presenta el análisis multivariante con el método regresión lineal múltiple.

Modelo de regresión lineal múltiple

La técnica de la regresión multivariante se usará para definir el nivel de significancia de acuerdo al p-valor. Las variables que tienen un impacto significativo sobre el software de exportación serán aquellas que en la ecuación de regresión lineal múltiple tengan signo positivo, debido a que afectan de manera directamente proporcional a la variable “SE”; caso contrario es el de variables con signo negativo (ver las siguientes tablas).

En la tabla 8, se presenta el análisis de calidad del ajuste, el cual analiza la bondad del ajuste utilizando el coeficiente de determinación: R^2 . En este caso, el coeficiente asciende a 0.302, lo que permite señalar que el comportamiento de la variable dependiente se explica en un 30 por ciento por las variables independientes introducidas en el modelo.

En la tabla 9, se hace el análisis de la significación global del modelo. El valor obtenido para el estadístico F_0 revela que el modelo es significativo. El valor 11.239 ha de compararse con el valor en tablas para una distribución F con 3 grados de libertad en el numerador (K-1) y 78 grados de libertad en el denominador (N - K), $F(4-1, 82- 4)$; $0.05 = 2.68$. Como puede observarse, el valor obtenido es superior al valor en tablas, lo que implica aceptar la hipótesis alternativa de significativa del modelo planteado. La evaluación puede realizarse también con la interpretación del p-valor que, en este caso, implicaría aceptar la significancia del modelo al 1.0 por ciento

En la tabla 10, se hace el análisis del significado estadístico de los parámetros estimados. Se realiza a partir de la interpretación del p-valor en la que se observa la existencia de parámetros significativos al 1.0 por ciento (SIYD) y aproximadamente al 6.0 por ciento (FCH y CF).

Siguiendo con el análisis de la tabla, se obtiene de la columna de betas estandarizadas, quedando la ecuación de regresión lineal múltiple de la siguiente manera:

$$S\hat{E} = 0.176FCH + 0.179CF + 0.509SIYD.$$

Esta ecuación indica que las variables FCH, CF y SIYD, tienen un impacto positivo en el software de exportación, además de permitir hacer la predicción del software de exportación para la empresa desarrolladora.

Para lograr la confirmación de resultados en el estudio, se presenta un análisis comparativo entre las empresas: pequeñas y grandes (de acuerdo al tamaño, aquí también se incluyen las extranjeras).

En la tabla 11, se muestra el análisis del método de regresión lineal múltiple. Al hacer el análisis por tamaño de empresa, el factor que hace sentido es: Formación de capital humano para la micro y pequeña empresa, su ecuación es: $S\hat{E} = 0.357FCH + 0.147CF + 0.175SIYD$.

Mientras que para las grandes empresas, el factor de Soporte en investigación y desarrollo, es identificado como un factor clave, su ecuación es: $S\hat{E} = -0.018FCH + 0.148CF + 0.753SIYD$.

Con los resultados de las variables de investigación, utilizando el método de regresión lineal múltiple, se identificó a los factores de acuerdo a su grado de relevancia para comprobar la hipótesis de trabajo para la investigación, observando que son tres los factores que impactan a las empresas

desarrolladoras de software de exportación, los cuales son: Soporte en investigación y desarrollo, Capital financiero y Formación de capital humano, siendo los que mayormente impactan en el desarrollo de software de exportación a las empresas que desarrollan este producto en el AMM; en tanto que los otros dos factores: Estándares tecnológicos y Capacidad de innovación tecnológica, mostraron colinealidad.

Conclusiones y recomendaciones

Como resultado del proceso estadístico en la comprobación de la hipótesis de trabajo, se presenta a continuación las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se realizó un estudio de campo cuantitativo analizando a 40 empresas desarrolladoras de software de exportación del AMM, del cual se obtuvieron las siguientes conclusiones de la interpretación de la encuesta. Al respecto se aplicaron diversos métodos estadísticos. El análisis de correlación de Pearson entre variables independientes, con una $\alpha = 0.05$, arrojó la existencia de colinealidad entre las siguientes variables: Estándares tecnológicos [ET], con Formación de capital humano [FCH], y Capacidad de innovación tecnológica [CIT] con Soporte en investigación y desarrollo [SIYD]. En este sentido, se tomó la decisión de excluir las variables Estándares tecnológicos [ET] y Capacidad de innovación tecnológica [CIT] del análisis. Así, se consideraron sólo tres variables como independientes para el estudio: Soporte en investigación y desarrollo [SIYD], Capital financiero [CF] y Formación de capital humano [FCH]. En cuanto al análisis de Correlación de Pearson entre estas tres variables independientes dichas variables, tienen un impacto individualmente diferenciado respecto al software de exportación. A efecto de analizar dicho impacto determinado, se estimó una regresión lineal múltiple con dichas variables. Los resultados de esta estimación indican que la variable Soporte en investigación y desarrollo [SIYD], presenta mayor impacto, seguida por la variable Capital financiero [CF], y por último, en menor grado, la variable Formación de capital humano [FCH].

De acuerdo con lo anterior, la investigación permite concluir que los factores de mayor relevancia: Formación de capital humano y Capital financiero, esto coincide con Heeks y Nicholson (2002) y Carmel, E. (2003b), autores que han escrito sobre el tema.

En cuanto al factor Soporte en investigación y desarrollo, se concluye que es una contribución de este estudio, ya que se demuestra que es determinante para las empresas desarrolladoras de software de exportación en el contexto de una región emergente. Otra contribución de este estudio, fue identificar la relevancia del factor capital financiero en una región emergente en lo

que se refiere particularmente a la pequeña empresa; capital financiero para la formación de capital humano, mientras que la grande, requiere de apoyo financiero para adquirir tecnología de punta cuando se requiera.

En general, se concluye que la hipótesis de trabajo se sostiene en lo fundamental en la siguiente perspectiva: Son tres los factores de mayor relevancia; soporte en investigación y desarrollo, Capital financiero y Formación de capital humano, siendo los que mayormente impactan en el desarrollo de software de exportación a las empresas que desarrollan este producto en el AMM. Lo que parece suceder en el análisis de los tres factores, es que en regiones emergentes como México, en lo general y el AMM en lo particular, es si bien: Soporte en investigación y desarrollo [SIYD], Capital financiero [CF] y Formación de capital humano [FCH], son los de mayor relevancia, resulta lógico que la variable Capital financiera [CF] sirva para apoyar los otros dos factores en la organizaciones que desarrollan este tipo de software.

En tanto que los otros dos factores que se excluyeron fueron: Estándares tecnológicos y Capacidad de innovación tecnológica; esto es debido a que mostraron colinealidad, el primero con Formación de capital humano y el segundo con el Soporte en investigación y desarrollo; esto es producto de que tanto el factor, Estándares tecnológicos, como el factor Capacidad de innovación tecnológica, trataron de probarse en una región emergente que todavía no muestra madurez en el desarrollo de software de exportación, pues estas regiones emergentes en las etapas iniciales en el desarrollo de software de exportación no invierten en investigación de nueva tecnología, si no más bien adquieren la tecnología de punta cuando sea requerida y apuestan más a la adquisición del recurso humano talentoso que a los estándares tecnológicos de desarrollo.

Recomendaciones

Como resultado del proceso estadístico en la comprobación de la hipótesis de trabajo, se presenta a continuación las siguientes recomendaciones:

En primer término, lo relativo al Soporte en investigación y desarrollo, recomendando para este factor: a) Apoyar la formación de clusters por parte de gobierno federal y estatal a través de la Secretaría de Economía, para adquirir nuevas plataformas de desarrollo de TI, b) Fomentar una asociación de miembros de TI a través de la Secretaría de Economía que facilite el acceso a tecnología de vanguardia mediante los recursos del programa económico Prosoft y c) La creación de infraestructura tecnológica necesaria en telecomunicaciones a costos competitivos por parte del gobierno a través de la Secretaría de Telecomunicaciones y Transportes, en coordinación con la Secretaría de Economía.

En segundo lugar se destaca lo relativo a la relevancia del capital financiero, llegando a las siguientes recomendaciones para esta variable: a) Crear programas de apoyos a las empresas de TI que faciliten el acceso a los apoyos financieros del gobierno, del programa económico Prosoft, por medio de la banca comercial, b) Determinar una bolsa de respaldo de garantía por el gobierno, a través de la Secretaría de Economía para las empresas de TI que soliciten préstamos sin garantía suficiente, c) Que el programa económico Prosoft, de la Secretaría de Economía apoye a la empresa de acuerdo al resultado de este estudio, en el cual se demostró que la empresa por su tamaño, tiene diferentes necesidades de recursos; porque la pequeña empresa requiere capital financiero para la formación de capital humano, mientras que la grande requiere de apoyo financiero para adquirir tecnología de punta cuando se requiera y d) Proponer por parte del gobierno atractivos estímulos de impuesto, subsidios, concesiones a las empresas desarrolladoras que hagan innovación tecnológica o nuevas inversiones en instalaciones fijas, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

En tercer y último lugar, se reconoce la importancia en la formación de capital humano, recomendando para este factor que: a) El gobierno proponga un programa estratégico de competencias laborales de TI a través de la Secretaría de Trabajo para que sea aplicado por las universidades y actualizado por los tres actores del mercado: académico, iniciativa privada y gobierno; b) Definir una política de estado por parte de la Secretaría de Educación en coordinación con instituciones de nivel superior, respecto un segundo idioma como el inglés, y también a un tercer idioma, c) Crear programas de apoyo a través de la Secretaría de Economía, de acuerdo al programa económico para el desarrollo de la industria de software (Prosoft, 2002), para el proceso de certificación de conocimiento específico para maestros universitarios y personal de TI, con atractivos estímulos de impuesto o subsidios para las empresas que desarrollen o contraten este tipo de personal, y finalmente d) Crear un programa de reconversión de otras áreas de ingeniería al sector de TI, mediante la Secretaría del Trabajo, con un plan de capacitación mínimo necesario, donde sean facilitadores: Gobierno, Universidades y asociaciones de TI, para que en el AMM haya una oferta suficiente de capital humano educado y de calidad en TI, que satisfaga al mercado local y atraiga nuevas empresas desarrolladoras de software de exportación en la región.

Así mismo se hacen las recomendaciones para la innovación y competitividad de las empresas mexicanas desarrolladoras de Software de Exportación.

Contar la empresa con un modelo para desarrollar software de exportación.

Consolidar asociaciones empresariales de TI para el desarrollo del software de exportación.

Desarrollar consorcios empresariales de software de exportación en el Area Metropolitana de la Cd. de Monterrey, que vengan a consolidar esta industria en el noreste del país.

Tener la empresa personal para desarrollar software de exportación, mediante la adquisición o el desarrollo del recurso humano talentoso a través de la certificación de conocimiento específico en tecnología de información.

Referencias

- Ahern, D.M., Clouse, A., et al., (2001). CMMI Distilled. Reading, MA: Addison Wesley.
- Arora, A., Arunachalam, V.S., Asundi, J.M. and Fernandes, R. (2001) The Indian Software Services Industry, *Research Policy*, 30, 8, 1267-1287.
- Bamford R. and Deibler, W.J., (2003). ISO9001:2000 for software and systems providers: An Engineering Approach. CRC Press.
- Carmel, E. (2003a) Taxonomy of New Software Exporting Nations, *Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries*, 13, 2, 1-6. (www.ejisd.org).
- Carmel, E. (2003b) The New Software Exporting Nations: Impacts On The National Well Being Resulting from their Software Export Industry, *Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries*, 13, 3, 1-6. (www.ejisd.org).
- CMMI, Modelo de Madurez de la Capacidad Integral (www.sei.cmu.edu/cmmi).
- Curtis, B., Hefley, W.E. et al. (2001). The people capability model: Guideline for improving the workforce. Boston: Addison Wesley.
- Garry, G.C. (1999) Offshore Programmers: The Wave of the Future? *Performance Computing*, 17, 5, 14-19.
- Heeks, R. and Nicholson, B. (2002) Software Export Success Factors and Strategies in Developing and Transitional Economies, *University of Manchester, Institute for Development Policy and Management*, Paper Number 2002-12. Available at http://idpm.man.ac.uk/wp/di/di_wp12.htm.
- Humphrey, W and Curtis, B. (1991). Comment on A Critical Look. IEEE software, págs.42-47.
- Humphrey, W. S. (1995), A Discipline for Software Engineering. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Ince, D. (1994). ISO 9001 and Software Quality Assurance. London: McGraw-Hill.
- Moitra, D. (2001) India's Software Industry. *IEEE Software*, 18, 1, 77-80.
- MoProSoft, Modelo de Proceso para la Industria de Software ,V.1.3, Agosto.2005, Secretaría de Economía (www.software.net.mx).
- Oskarsson, O and Glass, R. L. (1995). An ISO 9000 Approach to Building Quality Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Paulk, M. C., Curtis, B. et al. (1993). Capability Maturity Model, V 1.1, IEEE Software.
- Paulk, M. C. and Konrad, M. (1994). An overview of ISO-S SPICE Project. IEEE computer, pág.68-70.
- PROSOFT 2002, Programa para el desarrollo de la Industria del software, Secretaría de Economía, (www.software.net.mx).
- Sommerville, I., (2005), "Ingeniería de Software", 7 edición, Addison Wesley.
- Tjia, P. (2003) The Software Industry in Bangladesh and its Links to The Netherlands, *Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries*, 13, 5, 1-8. (www.ejisd.org).

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los modelos de desarrollo de software.

Modelo	Ventajas	Desventajas
CMM (Paulk et al., 1993)	La mejora de procesos se refiere a establecer estos procesos clave y no a simplemente alcanzar algún nivel arbitrario en el modelo. Factores como las habilidades y experiencia de los ingenieros de desarrollo afectan la calidad de los productos	El modelo se enfoca exclusivamente en la administración del proyecto más que en el desarrollo del producto.
SPICE (Paulk y Konrad, 1994)	Objetivo es desarrollar un estándar para la evaluación de procesos de software	Sostiene la necesidad de tener estándares tecnológicos para pequeñas y medianas empresas, siendo más flexible que el modelo de madurez de la capacidad
BOOTSTRAP (Haase et al., 1994)	Lineamientos para un sistema de calidad de las compañías que apoyen a la mejora de procesos. Una distinción importante entre organización, metodología y tecnología.	Añadiendo conceptos de calidad de ISO 9000-2000, para hacerlo aplicable a un amplio número de compañías
ISO-9000:2000 (Oskarson y Glass 1995)	Los estándares ISO 9000 pueden aplicarse a un amplio abanico de organizaciones	La definición del proceso debe incluir una descripción de la documentación requerida, donde se demuestre que los procesos definidos han sido seguidos durante el desarrollo del producto.
PCMM (Curtis et al., 2001).	Objetivo es el ser utilizado como un marco de trabajo para mejorar la forma en la que una organización administra sus recursos humanos	La aplicación completa de este modelo es muy extensa y probablemente innecesaria para muchas organizaciones
CMMI (Ahern et al., 2001)	Objetivo ser un marco de trabajo para la mejora del proceso que sea aplicable en un amplio abanico de compañías	Es un estándar internacional

Modelo	Ventajas	Desventajas
MOPROSOFT (Prosoft, Secretaría de Economía, V1.3, Agosto 2005)	Objetivo el fomentar la estandarización de su operación a través de la incorporación de las mejores prácticas en gestión e ingeniería de software en la industria de TI mexicana	Es un estándar domestico, no reconocido

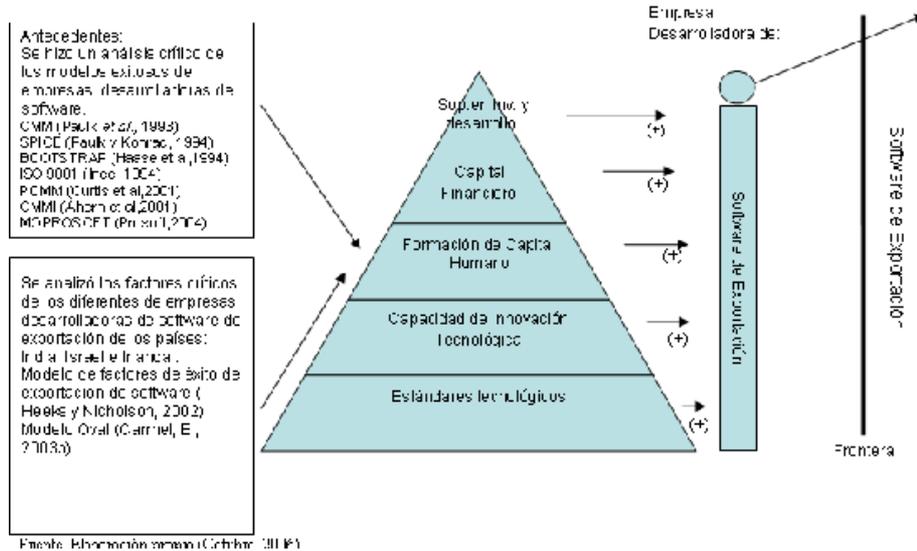
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los modelos de software de exportación.

Factores de éxito de Exportación de software (Heeks & Nicholson, 2002)	Identificar los factores de éxito para este sector del software :1) La demanda del mercado internacional del software, 2) La visión y estrategia nacional del software, 3) Las uniones y confianza internacionales, 4) La industria nacional del software, 5) La infraestructura nacional del software	Modelo demostrado en los países de las "3I"
OVAL (Carmel E.,2003b)	Objetivo es ser un marco de trabajo para prescribir políticas y estrategias para el desarrollo de software de exportación, que pueden ser tomadas por alguna nación para mejorar su bienestar nacional, como es el caso de México, específicamente el AMM que es el contexto de la investigación.	Modelo demostrado en los países de las "3I"

Tabla 3 Matriz de relación teórica.

Factores:	Fuente:
X ₁ =Estándares tecnológicos.	CMM (Paulk et al., 1993), SPICE(Paulk y_Konrad,_1994), BOOTSTRAP(Haase et al., 1994), CMMI(Ahern et al., 2001), Modelo de éxito SE(Heeks y Nicholson,2002),
X ₂ =Capacidad de innovación tecnológica.	Modelo Oval (Carmel,E.,2003b). 2. CMM((Paulk et al., 1993) , Modelo de éxito SE(Heeks y Nicholson,2002).
X ₃ =Formación de capital humano.	3. P-CMM((Curtis et al., 2001), Modelo de éxito SE(Heeks y Nicholson,2002),
X ₄ =Capital financiero.	Modelo Oval (Carmel,E.,2003b). 4. Modelo de éxito SE(Heeks y Nicholson,2002),
X ₅ = Soporte en investigación y desarrollo.	Modelo Oval (Carmel,E.,2003b). 5. Modelo de éxito SE(Heeks y Nicholson,2002), Modelo Oval (Carmel,E.,2003b).

Propuesta de factores críticos de éxito para empresas desarrolladoras de software de exportación en el contexto de una región emergente: Caso AMM.



Gráfica 1. Gráfica conceptual de la investigación.

Tabla 4. Análisis de proporciones por variable.

Variable:	Código	Mediana	Frecuencia Acumulada
Soporte en investigación y desarrollo	SIYD	4	70.7%
Capital financiero	CF	4	68.3%
Capacidad de innovación tecnológica	CIT	4	65.9%
Estándares tecnológicos	ET	4	63.4%
Formación de capital humano	FCH	4	61.0%

Tabla 5. Correlaciones.

		ET	CIT	FCH	CF	SIYD
ET	Correlación de Pearson	1				
	Sig. (bilateral)					
CIT	Correlación de Pearson	.024	1			
	Sig. (bilateral)	.830				

		ET	CIT	FCH	CF	SIYD
FCH	Correlación de Pearson	.368(**)	-.070	1		
	Sig. (bilateral)	.001	.531			
CF	Correlación de Pearson	-.300(**)	.123	-.063	1	
	Sig. (bilateral)	.006	.271	.574		
SIYD	Correlación de Pearson	.112	.371(**)	-.065	-.026	1
	Sig. (bilateral)	.315	.001	.563	.816	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). N=82.

Tabla 6. Resultados de multicorrelación pearson.

		FCH	CF	SIYD
FCH	Correlación de Pearson	1		
CF	Correlación de Pearson	-.063	1	
SIYD	Correlación de Pearson	-.065	-.026	1

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 7. Correlación de las variables de software de exportación.

		FCH	CF	SIYD	SE
FCH	Correlación de Pearson	1			
CF	Correlación de Pearson	-.063	1		
	Sig. (bilateral)	.574			
SIYD	Correlación de Pearson	-.065	-.026	1	
	Sig. (bilateral)	.563	.816		
SE	Correlación de Pearson	.132	.155	.493(**)	1
	Sig. (bilateral)	.238	.164	.000	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 8. Resumen del modelo (a Variables predictoras: (Constante), SIYD, CF, FCH).

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	.549(a)	.302	.275	1.432

Desarrollo de software

Tabla 9. ANOVA (variables predictor: CIYD, CF, FCH; variable dependiente: SE).

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	69.109	3	23.036	11.239	.000(a)
	Residual	159.879	78	2.050		
	Total	228.988	81			

Tabla 10. Coeficientes.

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B		
1	(Constante)	-1.763	1.138			-1.550	.125
	FCH	.284	.153	.176		1.853	.068
	CF	.304	.161	.179		1.891	.062
	SIYD	.930	.173	.509		5.365	.000

Tabla 11. Comparativa entre empresas pequeñas y grandes con el mrlm.

	3-Factores	Pequeñas Estadístico	Grandes Estadístico	
	R	.401	.782	
	R2	.161	.611	
	Corregida	.114	.553	
	DW	1.043	1.218	
	Betas Est.	Significancia	Betas Est.	Significancia
FCH	.357	.006	-.018	.905
CF	.147	.245	.148	.321
SIYD	.175	.171	.753	.000