

# iMPS 2012

Evidencias Sobre el Desempeño  
de las Empresas que Adoptaron el  
Modelo MPS-SW desde 2008



Guilherme Horta Travassos  
Marcos Kalinowski

Traducción  
Maria Teresa Villalobos Aguayo

# **iMPS 2012**

Evidencias Sobre el Desempeño  
de las Empresas que Adoptaron el  
Modelo MPS-SW desde 2008

**Guilherme Horta Travassos**

**Marcos Kalinowski**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR EL  
Sistemas de Bibliotecas de la UNICAMP / Sector de Catalogación  
Bibliotecaria: Priscila Gomes Cruz

T697i            Travassos, Guilherme Horta.  
iMPS 2012 : Evidencias Sobre el Desempeño de las Empresas  
que Adoptaron el Modelo MPS-SW desde 2008 / Guilherme  
Horta Travassos e Marcos Kalinowski. -- Campinas, SP :  
SOFTEX, 2013.  
36p.

1. Ingeniería de software. 2. Software - Control de  
calidad. 3. Software - Desarrollo. I. Kalinowski, Marcos.  
II. Título.

CDD - 005.1

ISBN 978-85-99334-44-7

1. Ingeniería de software	005.1
2. Software - Control de calidad	005.1
3. Software - Desarrollo	005.1



## **SOFTEX - Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño**

Creada en diciembre de 1996, la Sociedad SOFTEX, o simplemente SOFTEX, es una Organización de la Sociedad Civil de Interés Público (OSCIP) con sede en Campinas, SP, Brasil.

La SOFTEX es responsable por la gestión del Programa Prioritario en Informática del Gobierno Federal para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño, el Programa SOFTEX.

### **Misión de la SOFTEX**

Ampliar la competitividad de las empresas brasileiras de software y servicios de TI y su participación en los mercados nacional e internacional, promoviendo el desarrollo del Brasil.

El Sistema SOFTEX, a su vez, tiene alcance nacional. Es formado por la Sociedad SOFTEX y por agentes regionales, a los cuales se vinculan más de 2.000 empresas con actividades en software y servicios de TI.

### **Presidente**

Rubén Arnoldo Soto Delgado

### **Vice-Presidente Ejecutivo**

Marcos Antonio Gonçalves Mandacaru

### **Dirección Ejecutiva**

Mariana Humberto Yazbeck – Directora de Operaciones

Fabian Appel Petrait – *Controller*

### **Gestión de la Calidad**

Nelson Henrique Franco de Oliveira

Elidiane Teixeira Barroso

Cleide Gonçalves da Silva

Entre las actividades de la SOFTEX en el ámbito de la Dirección de Operaciones, por los resultados logrados desde diciembre de 2003, se destaca el Programa MPS.BR – Mejora de Proceso del Software Brasileño.

## **Programa MPS.BR – Mejora de Proceso del Software Brasileño**

Kival Chaves Weber – Coordinador Ejecutivo

# Sumario

Prefacio	<b>5</b>
Resumen	<b>7</b>
1. Introducción	<b>8</b>
2. El Proyecto iMPS: Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS	<b>9</b>
3. Aplicación de la encuesta y Preparación Inicial de los Datos: Rodada 2012	<b>11</b>
4. Resultados iMPS 2012: Caracterización	<b>11</b>
5. Análisis Global: Empresas que Internalizaron el MPS-SW en sus Actividades de Desarrollo	<b>24</b>
6. Consideraciones Finales	<b>34</b>
Agradecimientos	<b>35</b>
Bibliografía	<b>35</b>

# Prefacio

El programa MPS.BR – Mejora de Proceso del Software Brasileño fue creado en diciembre de 2003, bajo la coordinación de la SOFTEX – Asociación para Promoción de la Excelencia del Software Brasileño. Desde entonces, el modelo MPS viene siendo adoptado tanto por pequeñas y medianas empresas (PME) - cerca de 70% de las evaluaciones MPS publicadas, bien como por organizaciones de gran porte - cerca de 30%. Las evaluaciones MPS tienen plazo de vigencia de tres años: la 1ª fue realizada en 2005; la 100ª, en 2008; la 200ª, en 2009; la 300ª, en 2011; la 400ª en 2012. Ver más informaciones sobre el programa MPS.BR y el modelo MPS en [www.softex.br/mpsr](http://www.softex.br/mpsr).

En 2008, la SOFTEX contrató el Grupo de Ingeniería de Software Experimental de la COPPE/UFRJ – Universidad Federal de Rio de Janeiro para modelar el proyecto iMPS – Informaciones para Acompañar y Evidenciar la Variación de Desempeño en las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS, y realizar anualmente investigaciones iMPS. El objetivo del iMPS fue planificar una encuesta, siguiendo los principios de la Ingeniería de Software Experimental, y periódicamente ejecutarlo para acompañar y evidenciar resultados de desempeño en las empresas de software que adoptaron el modelo MPS. [Kalinowski, M., Weber, K. C., and Travassos, G. H. *"iMPS: An Experimentation Based Investigation of a Nationwide Software Development Reference Model"*. ACM/IEEE 2nd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM). October 9-10, 2008. Kaiserslautern. Germany].

Los resultados de la encuesta iMPS 2008, que contó con cuestionarios respondidos por 123 empresas, indicaban que las empresas que adoptaron el MPS mostraban tanto mayor satisfacción de sus clientes cuanto mayor productividad y capacidad de desarrollar proyectos mayores, cuando comparadas a las empresas que estaban iniciando la implementación MPS. Más de 80% de ellas se declararon satisfechas con el modelo MPS. [Travassos, G. H. e Kalinowski, M. *"iMPS: resultados de desempeño de organizaciones que adoptaran el modelo MPS"*. SOFTEX, 2008].

Los resultados de la encuesta iMPS 2009, que contó con cuestionarios respondidos por 135 empresas, mostraban que la satisfacción de las empresas con el modelo MPS fue notable con más de 98% de las empresas declarándose parcialmente o totalmente satisfechas. Además de eso, las empresas relataron que el retorno de la inversión (ROI) fue obtenida y, para aquellas empresas que evolucionaron o internalizaron el MPS en sus procesos, fue posible observar tendencia a la mejora de costo, plazo, productividad y calidad. [Travassos, G. H. y Kalinowski, M. *"iMPS2009: caracterización y variación de desempeño de organizaciones que adoptaron el modelo MPS"*. SOFTEX, 2009].

Los resultados de la encuesta iMPS 2010, que contó con cuestionarios electrónicos respondidos por 156 empresas, mostraron que la satisfacción de las empresas fue nuevamente notable con más de 92% declarándose parcialmente o totalmente satisfechas con el modelo MPS. La caracterización permitió observar que las empresas que adoptaron el MPS presentaban mayor satisfacción de los clientes, trabajaban con proyectos mayores, presentaban más precisión en sus estimativas de plazo y se mostraban más productivas, cuando comparadas a las empresas que estaban iniciando la implementación del modelo MPS. En el análisis de variación de desempeño, se identificó que las empresas tendían a presentar los beneficios esperados por la ingeniería de software con relación a costo, plazo, productividad y calidad. [Travassos, G. H. y Kalinowski, M. *"iMPS2010: desempeño de las empresas que adoptaron el modelo MPS de 2008 a 2010"*. SOFTEX, 2011].

Los resultados de la encuesta iMPS 2011, que contó con cuestionarios electrónicos respondidos por 133 empresas, mostraban que en 2011 la satisfacción de las empresas con el modelo fue nuevamente notable con aproximadamente 97% de las empresas se diciendo totalmente o parcialmente satisfechas con el MPS. La caracterización permitió observar correlaciones positivas entre la madurez de las empresas en el modelo MPS y el número de proyectos (tanto en el país así como en el exterior). En el análisis de variación de desempeño, se identificó que empresas que se mantenían persistentes en la utilización de las prácticas de ingeniería de software representadas por los niveles de madurez del modelo MPS poseían mayor número de clientes, desarrollaban mayor número de proyectos, poseían mayor número de funcionarios, trabajaban con proyectos de mayor tamaño y presentaban menores errores en sus estimativas de plazo, a pesar de un ligero aumento provocado en el tiempo mediano gasto en sus proyectos. [Travassos, G. H. y Kalinowski, M. *"iMPS 2011: Resultados de Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS de 2008 a 2011"*. SOFTEX, 2012].

La encuesta iMPS 2012 contó con cuestionarios electrónicos respondidos por 132 empresas involucradas con el modelo MPS de Software (MPS-SW), haciendo con que la base histórica del iMPS posea 743 cuestionarios referentes a 298 organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012. La satisfacción con el modelo MPS permanece alta (>95%). En 2012, la caracterización presentó comportamiento semejante a resultados anteriores, reforzando la indicación de cuanto más alto el nivel de madurez mejor es el desempeño frente a la productividad, calidad y precisión de estimativa. El análisis global desde 2008, en muestra compuesta por 226 organizaciones distintas, reforzó los resultados de la caracterización y evidenció la importancia de la búsqueda por niveles más altos de madurez en pro de la productividad, calidad y precisión de estimativa. [Travassos, G. H. y Kalinowski, M. *"iMPS 2012: Evidencias Sobre el Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS-SW desde 2008"*. SOFTEX, 2013].

Como este es un estudio único en el mundo, se espera que las evidencias objetivas presentadas como resultados de esta quinta rodada de la encuesta anual iMPS sean útiles a los interesados, tanto en la mejora de los procesos de software, cuanto en el aumento de la competitividad de las empresas de software, en Academia, Gobierno y principalmente en la Industria (Tripla Hélice).

**Kival Chaves Weber**

**Nelson Henrique Franco de Oliveira**

# iMPS 2012: Evidencias Sobre el Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS-SW desde 2008

## Guilherme Horta Travassos

COPPE/UFRJ - Universidad Federal de Rio de Janeiro  
Caixa Postal 68511 – CEP 21945-970 – Rio de Janeiro, Brasil  
ght@cos.ufrj.br

## Marcos Kalinowski

UFJF – Universidad Federal de Juiz de Fora  
Benjamin Constant, 790 – CEP 36015-400 – Juiz de Fora, Brasil  
marcos.kalinowski@ufjf.edu.br

## Resumen

**Contexto:** El Modelo MPS-SW logró el marco de 400 evaluaciones realizadas en empresas desarrolladoras de software en 2012. El desempeño de estas empresas frente a la utilización del modelo viene siendo seguido y sus resultados publicados desde 2008 a través del proyecto iMPS.

**Objetivo:** Presentar la caracterización y desempeño de las empresas con el MPS-SW a partir de los datos proporcionados en el año de 2012 y describir los resultados de análisis global incluyendo la agregación de los datos de las organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012.

**Método:** Ejecutar la encuesta iMPS para recolectar los datos de 2012 e integra-los a la base histórica del iMPS. Realizar la caracterización y la observación del desempeño a través de los indicadores iMPS de las empresas que responden a la encuesta. Del conjunto de datos históricos, identificar a las empresas que hayan respondido por lo menos 4 cuestionarios a lo largo del tiempo, aprovechando el último cuestionario de cada empresa para análisis global de los indicadores iMPS.

**Resultados:** 132 empresas involucradas con el MPS-SW (15 iniciando la implementación, 37 en proceso de evaluación, 47 evaluadas nivel G, 19 evaluadas nivel F y 14 evaluadas niveles E-A) respondieron a la encuesta en 2012, haciendo con que la base histórica del iMPS tenga 743 cuestionarios referente a 298 organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012. La caracterización presentó comportamiento semejante a resultados anteriores, reforzando la indicación de cuanto más alto el nivel de madurez, mejor el desempeño frente a la productividad, calidad y precisión de estimativa. La satisfacción con el modelo permanece alta (>95%). El análisis global en muestra compuesta por 226 organizaciones distintas refuerza los resultados de la caracterización y evidencia la importancia de la búsqueda por niveles más altos de madurez en pro de la productividad, calidad y precisión de estimativa. El foco del trabajo de las empresas tiene sido en sistemas convencionales.

**Conclusiones:** Empresas en diferentes niveles de madurez MPS-SW presentan desempeño diferente. De modo general se observó, como esperado, que cuanto más alto el nivel, mejor el desempeño. Aunque, independientemente del nivel de madurez, las empresas todavía necesitan perfeccionar sus procesos de medición y evaluación de calidad, teniendo en vista la inconsistencia y eventual volatilidad de las medidas presentadas. La participación de las empresas en proyectos y trabajos en el exterior todavía es baja, entretanto, el volumen de negocios del mercado brasileño aparentemente demanda todo el esfuerzo disponible en las organizaciones. Sistemas embarcados, a pesar de su importancia para el desarrollo tecnológico del país, han sido poco considerados por las organizaciones que adoptaron el MPS-SW.



## 1. Introducción

El programa MPS.BR representa una iniciativa para mejorar la capacidad de desarrollo de software en las empresas Brasileñas. Su principal objetivo es desarrollar y diseminar modelos de mejora de procesos que atiendan a las necesidades de la Industria Brasileña de Software y Servicios de TI (actualmente la familia de modelos está compuesta por los modelos de referencia MPS-SW para Software y MPS-SV para Servicios de TI), buscando establecer un camino económicamente viable para que organizaciones, incluyendo las pequeñas y medianas empresas, obtengan los beneficios de la mejora de procesos y de la utilización de buenas prácticas de la ingeniería de software y de la prestación de servicios de TI en un intervalo de tiempo razonable.

Como el modelo de referencia MPS-SV para Servicios de TI es todavía muy reciente (la primera evaluación fue realizada en Setiembre de 2012), esta publicación se enfoca en el MPS-SW para Software y abarca las organizaciones que utilizan este modelo para perfeccionar las prácticas de ingeniería aplicadas al desarrollo de software.

El modelo MPS-SW fue desarrollado llevando en consideración normas internacionales, modelos internacionalmente reconocidos, buenas prácticas de la ingeniería de software y las necesidades de negocio de la industria de software brasileña. La línea del tiempo de la adopción del modelo MPS-SW por las empresas destaca la dinámica de su utilización:

- 13 de Setiembre de 2005: 1ª Evaluación MPS-SW;
- 16 de Mayo de 2008: 100ª Evaluación MPS-SW;
- 26 de Noviembre de 2009: 200ª Evaluación MPS-SW;
- 15 de Setiembre de 2011: 300ª Evaluación MPS-SW;
- 17 de Setiembre de 2012: 400ª Evaluación MPS-SW.

Los resultados de estas más de 400 evaluaciones de empresas actuantes en la industria de software están disponibles en la sección Evaluaciones en [www.softex.br/mpsbr](http://www.softex.br/mpsbr). Esta dinámica ha sido obtenida gracias a la colaboración activa de la tripla hélice, formada por la actuación sinérgica entre academia, industria y gobierno, que aún con los pocos recursos financieros disponibles durante los años<sup>1</sup> consiguió, invirtiendo bastante esfuerzo voluntario adicional, realizar la diseminación acelerada del conocimiento MPS-SW para las organizaciones de software y el entrenamiento de personal especializado involucrado (implementadores y evaluadores) con la implantación y mantenimiento del modelo.

La amplia adopción del modelo MPS-SW por las empresas brasileiras promueve el interés por comprender cualitativamente los resultados de desempeño obtenidos por estas empresas en sus proyectos, referente a variables como plazo, productividad, costo y calidad. Con este objetivo, el proyecto iMPS (informaciones para acompañar y evidenciar variación de desempeño en las empresas que adoptaron el modelo MPS-SW) fue iniciado en 2007 junto al Grupo de Ingeniería de Software Experimental (<http://ese.cos.ufrj.br>) de la COPPE/UFRJ.

---

1) Datos SOFTEX: ~ R\$ 14.000.000,00 de 2006 a 2012. Fuentes de recursos: MCTI/SEPIN, FINEP, BID/FOMIN y SEBRAE.

El proyecto iMPS se presenta en la forma de una encuesta, apoyado en el método científico y aplicando los principios de la Ingeniería de Software Experimental [Wohlin et al., 2000], periódicamente ejecutado para acompañar y evidenciar resultados de desempeño en las empresas de software que adoptaron el modelo MPS. Los detalles sobre el plan de la encuesta, los momentos de captura de las informaciones, las amenazas a la validez y las formas de mitigación pueden ser encontrados en [Kalinowski et al., 2008]. La primera rodada del iMPS en 2008 (baseline) proporcionó indicios iniciales sobre posibles comportamientos de las organizaciones de software [Travassos e Kalinowski, 2008], que fueron anualmente fortalecidas con nuevos descubrimientos obtenidos en las rodadas posteriores iMPS, permitiendo análisis comparativas y cada vez más robustas.

De esta forma, esta publicación presenta los resultados de la quinta rodada de la investigación iMPS y complementa la publicación inicial de los resultados presentada en el VIII Workshop Anual del MPS. BR [Travassos e Kalinowski, 2012b]. Así como en las 2 rodadas iMPS anteriores, el llenado de los cuestionarios se hizo en formato electrónico, lo que colaboró con la calidad de los datos informados. Los resultados serán presentados bajo dos perspectivas: caracterización 2012 y un análisis global, utilizando los datos del último cuestionario enviado por las organizaciones que entregaron por lo menos 4 cuestionarios iMPS en los últimos 5 años (2008, 2009, 2010, 2011 y 2012).

El objetivo de la caracterización es delinear el desempeño de las empresas que adoptaron el MPS en 2012. La perspectiva que se tiene en relación al agrupamiento del análisis global, a su vez, es poder comparar los posibles efectos en los indicadores teniendo en vista la permanencia de las organizaciones en el uso del modelo MPS-SW y sus respectivos niveles de madurez. El agrupamiento fue instanciado con 226 empresas (último cuestionario enviado) de la base histórica del iMPS. De esta forma, cada una de estas organizaciones contribuyó con su cuestionario más reciente. Consecuentemente, cuestionarios de la rodada 1 (2008) no fueron considerados. Este agrupamiento permitió aumentar la confianza en los resultados en relación a efectos producidos por la adopción del modelo.

El restante de esta publicación está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 una visión general y actual del proyecto iMPS es proporcionada. La sección 3 describe cómo fueron realizadas la aplicación de la encuesta y la preparación inicial de los datos para la rodada de 2012. La sección 4 proporciona los resultados y un análisis de la caracterización de 2012. En la sección 5, los resultados del análisis global, teniendo en vista la permanencia de las organizaciones en el uso del modelo MPS-SW durante los años, son presentados. Por fin, la sección 6 contiene las consideraciones finales.

## **2. El Proyecto iMPS: Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS**

El proyecto iMPS busca el acompañamiento periódico de resultados de desempeño de las organizaciones de software que adoptaron el modelo MPS. Este acompañamiento cuenta básicamente con una encuesta, que debe permitir la caracterización periódica de las empresas a partir de la cual se pretende comprender la variación de desempeño del conjunto de empresas que adoptó el modelo MPS. La opción por una estrategia experimental para evaluar la variación del desempeño de las organizaciones en función de la adopción del modelo MPS ayuda a asegurar la validez del estudio y permite la consolidación adecuada de los datos.

Siguiendo el paradigma GQM [Basili et al., 1994] y buscando evitar las posibles amenazas a la validez [Kalinowski et al., 2008], conjuntos de cuestionarios de acompañamiento fueron elaborados para aplicación en los siguientes momentos: (i) cuando las empresas están iniciando la implementación del modelo MPS; (ii) cuando las empresas están en procedimiento de evaluación; y (iii) periódicamente para las empresas con evaluación publicada en el portal de la SOFTEX y en vigor. Estos instrumentos fueron evaluados en 2008 en un estudio piloto y se mostraron adecuados para capturar las informaciones básicas previstas en el plan de la encuesta y que tienen como objetivo apoyar la comprensión de la variación de desempeño de las organizaciones. Adicionalmente, para la primera ejecución en 2008, se hizo una aplicación retroactiva para las empresas que ya habían sido evaluadas antes del inicio de la aplicación de la encuesta. La serie de publicaciones sobre desempeño disponible en el portal SOFTEX ([http://www.softex.br/mpsbr/\\_livros/resultado\\_desempenho.asp](http://www.softex.br/mpsbr/_livros/resultado_desempenho.asp)) permite observar la evolución de la investigación [Travassos e Kalinowski, 2008], [Travassos e Kalinowski, 2009b], [Travassos e Kalinowski, 2011a] y [Travassos e Kalinowski, 2012a].

Sugerencias recolectadas hasta 2011 permitieron evolucionar los cuestionarios en lo que respecta a la clareza y consistencia de las cuestiones para la rodada de 2012 sin, entretanto, alterar las informaciones que deberían ser recolectadas. Las subsecciones siguientes describen la dinámica de aplicación de la encuesta en las empresas. De este modo, los siguientes escenarios fueron considerados para la recolección de los datos:

#### **a) Aplicación en Empresas Iniciando la Implementación del Modelo MPS**

Para empresas en esta situación, la aplicación ocurre independientemente se la implementación fue realizada por II (Institución Implementadora), IOGE (Institución Organizadora de Grupos de Empresas) o por cuenta propia. Una vez que la SOFTEX toma conocimiento del inicio de una implementación del MPS, ella dispone para la empresa un *link* en el sistema de gestión del iMPS por medio del cual ella puede acceder y llenar los siguientes formularios electrónicos: Formulario de Consentimiento; Formulario de Caracterización de una empresa que está iniciando la implementación del modelo MPS, y; Cuestionario sobre desempeño de una empresa que está iniciando la implementación del modelo MPS.

#### **b) Aplicación en Empresas en Proceso de Evaluación del Modelo MPS**

Esta situación se refiere a las empresas que están pasando por una evaluación oficial del MPS. Para empresas en esta situación el *link* provisto por la SOFTEX en el sistema de gestión del iMPS después la evaluación final coloca a disposición de la empresa los siguientes formularios electrónicos: Formulario de Consentimiento; Formulario de Caracterización de una empresa que está en proceso de evaluación del modelo MPS, y; Cuestionario sobre desempeño de una empresa que está en proceso de evaluación del modelo MPS.

#### **c) Aplicación en Empresas Evaluadas según el Modelo MPS**

Esta situación refleja la aplicación periódica (anual) de la encuesta en las empresas evaluadas y con plazo de validez vigente. Para empresas en esta situación el *link* anualmente provisto por la SOFTEX sistema de gestión del iMPS coloca a disposición de la empresa los siguientes formularios electrónicos: Formulario de Consentimiento; Formulario de Caracterización y; Cuestionario sobre desempeño de empresa que fue evaluada según el modelo MPS.

Habiendo provisto una visión general y actual del proyecto iMPS, la sección siguiente describe como fue realizada la aplicación de la encuesta y la preparación inicial de los datos para la rodada de 2012.

### 3. Aplicación de la encuesta y Preparación Inicial de los Datos: Rodada 2012

Los conjuntos de cuestionarios electrónicos fueron distribuidos a los participantes (representantes de las empresas que adoptaron el MPS) por la Gerencia de Operaciones del MPS.BR a través del sistema de gestión del iMPS. El llenado de los cuestionarios electrónicos resultó en la transferencia automática de los datos de las organizaciones para el repositorio del iMPS. Los cuestionarios electrónicos permitieron la estandarización de las respuestas y una validación inicial de los datos ya en el momento del llenado.

En los cuestionarios de desempeño no es obligatorio que las empresas llenen todos los datos, una vez que no todas las empresas disponen de todos los datos solicitados en la investigación. Algunas informaciones adicionales de caracterización de las empresas, tales como el nivel de madurez del MPS, fueron obtenidas directamente de bases de datos ya existentes en la SOFTEX.

En esta quinta rodada (2012) fueron recibidos cuestionarios de 132 empresas (15 iniciando la implementación, 37 en proceso de evaluación, 47 evaluadas MPS nivel G, 19 evaluadas MPS nivel F y 14 evaluadas MPS niveles E-A), que llenaron las informaciones entre 01/08/2011 y 31/07/2012. Como se trata de datos de diferentes empresas es natural que las medidas presenten desvío estándar muy alto. Así, para asegurar consistencia con las evaluaciones anteriores y presentar información más adecuada, de acuerdo con nuestra perspectiva, para la caracterización de las empresas, será mantenida la utilización del valor central para la medida, representado por la mediana.

Durante la preparación de los datos, medidas con valores con desvío mayor que tres desvíos estándar de la media (*outliers*) fueron descartadas hasta que el conjunto final de datos no contuviera más medidas en esta situación. De esta forma fue posible aprovechar lo máximo de respuestas y no influenciar los resultados con datos eventualmente distorsionados. En este proceso fue posible identificar que la mayoría de los *outliers* se encontraba en las empresas iniciando la implementación o en el nivel G, donde el desvío estándar de las medidas también se mostraba mayor. Esto puede estar relacionado con el hecho de que el proceso de medición está contemplado en el nivel de madurez F del MPS, lo que nos lleva a creer que los resultados de las medidas de las empresas son más confiables a partir de este nivel.

Las dos próximas secciones describen los resultados de la rodada de 2012 del iMPS, contemplando la caracterización 2012 y el análisis global con datos de los últimos años.

### 4. Resultados iMPS 2012: Caracterización

La caracterización busca delinear el desempeño de las empresas que adoptaron el MPS en 2012. Teniendo en vista la concentración de la mayoría de las empresas participantes todavía en los niveles iniciales de madurez (15 iniciando la implementación, 37 en proceso de evaluación, 47 evaluadas MPS nivel G, 19 evaluadas MPS nivel F y 14 evaluadas MPS niveles E-A), se optó por dividir el conjunto de datos en las siguientes 5 categorías: Empresas Iniciando la Implementación, Empresas en Proceso de Evaluación, Empresas Evaluadas en Nivel de Madurez G, Empresas Evaluadas en Nivel de Madurez F y Empresas Evaluadas en Niveles de Madurez E-A. Además de eso, se vuelve relevante

observar los datos con foco en las diferentes perspectivas tratadas por el cuestionario, que se refieren a la Organización, Proyectos y al Modelo MPS en sí.

Las métricas previstas en el plan de la encuesta, referente a cada una de las perspectivas (Organización, Proyecto y Modelo MPS) y su interpretación son presentadas en las subsecciones a seguir, juntamente con los valores que pudieron ser obtenidos, considerando el conjunto de empresas que participaron de esta rodada del estudio. Para cada una de las métricas, además de la información básica agregada encontrada (mediana o porcentaje), el número de respuestas obtenido es presentado y, cuando pertinente, una interpretación textual con informaciones adicionales es proporcionada.

Después presentar las métricas de cada una de las perspectivas y los valores obtenidos para las mismas, un análisis de la caracterización, destacando algunos comportamientos posiblemente relacionados con la adopción del modelo, concluye esta sección.

#### 4.1. Perspectiva ORGANIZACIÓN

Una organización representa la entidad que está siendo estudiada. En general, el concepto está asociado a la empresa desarrolladora de software. Entretanto, es posible que una determinada empresa tenga diferentes unidades organizacionales que trabajen con desarrollo de software y que hagan uso del modelo MPS-SW. La Tabla 4.1 presenta la interpretación que fue dada para recolectar los valores para las medidas relacionadas a esta perspectiva que fueron consideradas en este trabajo.

**TABLA 4.1 – Métricas usadas en la perspectiva Organización**

MÉTRICA	INTERPRETACIÓN
Número de clientes en el país	Representa la cantidad de clientes de la empresa en el país
Número de clientes en el exterior	Representa la cantidad de clientes de la empresa en el exterior
Número de proyectos en el país	Representa el número de proyectos de la empresa en el país
Número de proyectos en el exterior	Representa el número de proyectos de la empresa en el exterior
Número de funcionarios total	Funcionarios involucrados en desarrollo de software, según las siguientes categorías de régimen de empleo: asalariado, socio propietario, cooperado, persona física, autónomo, otros.

Las Tablas 4.2 a 4.6 presentan valores (medianas y porcentajes) que pudieron ser obtenidos para las medidas de la perspectiva organización. Para algunas de las tablas acrecentamos explicaciones adicionales buscando facilitar la comprensión de los valores extraídos de los datos recolectados.

**TABLA 4.2 – Número de Clientes en el País**

Agrupamiento	Número de Clientes	Número de Respuestas
Empresas Iniciando la Implementación	55	14
Empresas en Proceso de Evaluación	80	35
Empresas Nivel G	65	45
Empresas Nivel F	18	12
Empresas Niveles E – A	14	13
Todas las Empresas	55	119

Para la medida referente al número de clientes en el exterior, apenas 24,24% de las empresas participantes del estudio indican poseer clientes en el exterior y las medianas (valor central) referente a todos los agrupamientos del análisis poseen valor cero. Así, consideramos más conveniente presentar, para cada uno de los agrupamientos, el porcentaje de empresas que poseen clientes en el exterior, independientemente del número de clientes que tienen.

**TABLA 4.3 – Porcentaje de Empresas que Poseen Clientes en el Exterior**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Poseen Clientes en el Exterior</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	20,00%	15
Empresas en Proceso de Evaluación	27,03%	37
Empresas Nivel G	17,02%	47
Empresas Nivel F	31,58%	19
Empresas Niveles E – A	35,71%	14
Todas las Empresas	24,24%	132

**TABLA 4.4 – Número de Proyectos en el País**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Proyectos en el País</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	5	9
Empresas en Proceso de Evaluación	7,5	30
Empresas Nivel G	9	39
Empresas Nivel F	7	15
Empresas Niveles E – A	11,5	10
Todas las Empresas	8	103

Para la medida referente al número de proyectos en el exterior, apenas 16,67% de las empresas participantes del estudio indican poseer proyectos en el exterior y las medianas (valor central) referente a todos los agrupamientos del análisis poseen valor cero. Así, consideramos más conveniente presentar, para cada uno de los agrupamientos, el porcentaje de empresas que indicaron poseer proyectos en el exterior, independientemente del número de proyectos que poseen.

**TABLA 4.5 – Porcentaje de Empresas que tiene Proyectos en el Exterior**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Proyectos en el Exterior</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	13,33%	15
Empresas en Proceso de Evaluación	21,62%	37
Empresas Nivel G	10,64%	47
Empresas Nivel F	26,32%	19
Empresas Niveles E – A	14,29%	14
Todas las Empresas	16,67%	132

TABLA 4.6 – Número de Funcionarios

Agrupamiento	Número de Funcionarios	Número de Respuestas
Empresas Iniciando la Implementación	36	14
Empresas en Proceso de Evaluación	28	33
Empresas Nivel G	31,5	42
Empresas Nivel F	38,5	14
Empresas Niveles E – A	40	7
Todas las Empresas	33	110

## 4.2. Perspectiva PROYECTOS

En el contexto del MPS.BR un proyecto es un emprendimiento realizado para crear un producto o servicio único. El proyecto se caracteriza por temporalidad y resultado, servicio o producto único y elaboración progresiva. Deben ser considerados proyectos realizados o en ejecución en los últimos 12 meses. La Tabla 4.7 presenta la interpretación que fue dada para recolectar los valores para las medidas relacionadas a esta perspectiva.

TABLA 4.7 – Métricas usadas en la perspectiva Proyectos

MÉTRICA	INTERPRETACIÓN
Costo medio de proyecto	Medido en función del porcentaje de la facturación bruta en los últimos 12 meses
Tamaño medio de proyecto	Tamaño medio de proyecto de los últimos 12 meses, medido en la unidad utilizada en la empresa. Ejemplos: puntos de función, puntos de caso de uso, líneas de código, hombre-hora.
Esfuerzo medio de proyecto	Esfuerzo medio de los proyectos de los últimos 12 meses, medido en horas. Esta medida fue incluida en la rodada de 2011, buscando facilitar la comprensión de los demás indicadores.
Tiempo medio de los proyectos	Tiempo en meses, considerando proyectos realizados o en ejecución en los últimos 12 meses.
Plazo medio de los proyectos	Tiempo estimado en meses, considerando proyectos realizados o en ejecución en los últimos 12 meses.
Precisión de Estimativas	<p><i>Dados un tiempo medio estimado en los proyectos de los últimos 12 meses y un tiempo medio gasto en los proyectos de los últimos 12 meses diferente de 0, calcule</i></p> <p>Precisión de estimativa = <math>1 - \left  \frac{\text{tiempo medio gasto en los proyectos de los últimos 12 meses} - \text{tiempo medio estimado en los proyectos de los últimos 12 meses}}{\text{tiempo medio estimado en los proyectos de los últimos 12 meses}} \right </math></p>
Productividad	<p><i>Dado un tiempo medio gasto en los proyectos de los últimos 12 meses diferente de 0, calcule</i></p> <p>Productividad = <math>\frac{\text{Tamaño medio de proyecto de los últimos 12 meses}}{\text{tiempo medio gasto en los proyectos de los últimos 12 meses}}</math></p>

Las Tablas 4.8 a 4.13 presentan valores (medianas y porcentajes) que pudieron ser obtenidos para las medidas de la perspectiva proyectos.

En relación al costo medio de los proyectos, el plan de la encuesta específica que este debe ser obtenido como función de porcentaje de la facturación presentando, por lo tanto, valores relativos e incomparables entre diferentes empresas. Así, aunque esta medida no haya sido utilizada en la análisis de caracterización, ella puede ser utilizada para analizar la variación de desempeño de una organización a lo largo de los años.

Considerando el tamaño medio de los proyectos, entre las diversas unidades de tamaño la que más es utilizada por las organizaciones es Puntos de Función (36 empresas). Otras unidades de medida bastante utilizadas son Horas de Trabajo (28 empresas, aunque esta medida, de acuerdo con la literatura técnica no es apropiada para capturar el tamaño de proyectos de software) y Puntos de Caso de Uso (5 empresas). Entre las empresas en los niveles E-A (14), 6 utilizan Puntos de Función. Los valores presentados en la Tabla 4.8 consideran apenas los datos proporcionados por los participantes para la unidad Puntos de Función.

**TABLA 4.8 – Tamaño Medio de los Proyectos (en Puntos de Función)**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Tamaño Medio en PF</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	190	6
Empresas en Proceso de Evaluación	150	8
Empresas Nivel G	125	9
Empresas Nivel F	400	6
Empresas Niveles E – A	300	6
Todas las Empresas	180	36

La medida de esfuerzo fue introducida en la investigación en 2011 y fue también recolectada en la rodada de 2012 del iMPS, buscando proporcionar evidencias adicionales para la comprensión del comportamiento de los demás indicadores. Las medianas del esfuerzo medio emprendido en los proyectos se encuentran en la Tabla 4.9.

**TABLA 4.9 – Esfuerzo Medio de los Proyectos (en Horas)**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Esfuerzo Medio</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	400	13
Empresas en Proceso de Evaluación	620	34
Empresas Nivel G	631	40
Empresas Nivel F	640	17
Empresas Niveles E – A	1228	12
Todas las Empresas	640	116



**TABLA 4.10 – Tiempo Medio de los Proyectos (Duración en Meses)**

Agrupamiento	Tiempo Medio en Meses	Número de Respuestas
Empresas Iniciando la Implementación	2	11
Empresas en Proceso de Evaluación	2	32
Empresas Nivel G	2	41
Empresas Nivel F	3	19
Empresas Niveles E – A	5	11
Todas las Empresas	3	114

**TABLA 4.11 – Plazo Medio (Tiempo Estimado) de los Proyectos (en Meses)**

Agrupamiento	Plazo Medio	Número de Respuestas
Empresas Iniciando la Implementación	2,5	12
Empresas en Proceso de Evaluación	2	33
Empresas Nivel G	2	40
Empresas Nivel F	3	19
Empresas Niveles E – A	4,4	11
Todas las Empresas	3	115

En relación a la precisión de estimativa es importante observar que muchas empresas informaron tiempo y plazo de los proyectos iguales (precisión de estimativa 1), lo que no condice con la realidad de la mayoría de los proyectos de software, de acuerdo con la literatura técnica y nuestra experiencia gerencial. Por este motivo el cuadro abajo además de presentar la mediana presenta los intervalos de variación en cada uno de los grupos analizados. Más detalles sobre la precisión de estimativa serán discutidos adelante.

**TABLA 4.12 – Precisión de Estimativas (Relación entre Plazo y Tiempo Informados de los Proyectos)**

Agrupamiento	Precisión	Número de Respuestas
Empresas Iniciando la Implementación	1 (variando entre 0 y 1)	10
Empresas en Proceso de Evaluación	1 (variando entre 0,08 y 1)	32
Empresas Nivel G	1 (variando entre 0,20 y 1)	39
Empresas Nivel F	1 (variando entre 0,38 y 1)	19
Empresas Niveles E – A	0,88 (variando entre 0,70 y 1)	11
Todas las Empresas	1 (variando entre 0,08 y 1)	111

Respecto a la productividad, siguiendo la métrica definida en la Tabla 4.7, la misma fue medida en Puntos de Función por Mes, representando la capacidad productiva de la empresa en sus proyectos, independiente del número de funcionarios involucrados.

**TABLA 4.13 – Productividad (en Puntos de Función por Mes)**

<b>Agrupamiento</b>	<b>Productividad</b>	<b>Número de Respuestas</b>
Empresas Iniciando la Implementación	50,00	5
Empresas en Proceso de Evaluación	50,00	7
Empresas Nivel G	43,75	8
Empresas Nivel F	66,67	5
Empresas Niveles E – A	66,67	5
Todas las Empresas	50	30

### 4.3. Perspectiva MODELO MPS-SW

Representa el modelo en sí e intenta capturar las características efectiva y directamente relacionadas al Modelo MPS-SW, independiente de organización y proyecto. La Tabla 4.14 presenta la interpretación para las medidas que fueron recolectadas y relacionadas a esta perspectiva.

Las Tablas 15 a 18 presentan valores (medianas y porcentajes) que pudieron ser obtenidos para las medidas de la perspectiva del modelo MPS-SW.

**TABLA 4.14 – Métricas usadas en la perspectiva Modelo MPS-SW**

<b>MÉTRICA</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
Tiempo	Tiempo gasto, en media, por las organizaciones para implementar el MPS-SW. Esta medida lleva en consideración apenas a las empresas que fueron evaluadas en el año corriente.
Gasto con la Implementación	<p>Porcentaje de la facturación bruta obtenida por el desarrollo de software invertido en la implementación del MPS-SW, medido a través de la siguiente fórmula:</p> <p><i>Dado un valor de facturación bruta de la empresa en los últimos 12 meses diferente de 0, calcule</i></p> <p>Porcentaje de la facturación bruta invertida en la implementación = (Valor invertido <b>en la implementación MPS-SW</b> / Valor de la facturación bruta en los últimos 12 meses de la empresa) * 100.</p> <p>Esta medida lleva en consideración apenas las empresas que fueron evaluadas en el año corriente.</p>
Gasto con la Evaluación	<p>Porcentaje de la facturación bruta obtenido por el desarrollo de software invertido en la evaluación MPS-SW, medido a través de la siguiente fórmula:</p> <p><i>Dado un valor de facturación bruta de la empresa en los últimos 12 meses diferente de 0, calcule:</i></p> <p>Porcentaje de la facturación bruta invertido en la evaluación = (Valor invertido en la evaluación MPS-SW / Valor de la facturación bruta en los últimos 12 meses de la empresa) * 100.</p>
Satisfacción con el Modelo	Indica la satisfacción de la organización con el modelo MPS-SW {Totalmente Satisfactorio, Parcialmente Satisfactorio, No Satisfactorio}

**TABLA 4.15 – Tiempo de Implementación del MPS-SW (en Meses)**

Agrupamiento	Tiempo de Implementación	Número de Respuestas
Empresas en Proceso de Evaluación en 2012	15,5	36

**TABLA 4.16 – Gasto con la Implementación MPS-SW (Porcentaje de la facturación)**

Agrupamiento	Gasto con Implementación	Número de Respuestas
Empresas en Proceso de Evaluación en 2012	4,5%	27

**TABLA 4.17 – Gasto con la Evaluación (Porcentaje de la facturación)**

Agrupamiento	Gasto con Evaluación	Número de Respuestas
Empresas Evaluadas	1%	26

Como se puede percibir, las inversiones realizadas son apropiadas y compatibles con el cambio positivo que puede ser provocado en el contexto de desarrollo de software de las organizaciones.

**TABLA 4.18 – Satisfacción con el Modelo MPS-SW**

Agrupamiento	Resultados	
Empresas Iniciando la Implementación	Totalmente satisfactorios	46,67%
	Parcialmente satisfactorios	40,00%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	13,33%
Empresas en Proceso de Evaluación	Totalmente satisfactorios	67,57%
	Parcialmente satisfactorios	27,03%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	5,41%
Empresas Nivel G	Totalmente satisfactorios	65,96%
	Parcialmente satisfactorios	29,79%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	4,26%
Empresas Nivel F	Totalmente satisfactorios	73,68%
	Parcialmente satisfactorios	26,32%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	0,00%
Empresas Niveles E – A	Totalmente satisfactorios	35,71%
	Parcialmente satisfactorios	64,29%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	0,00%
Todas las Empresas (Incluyendo las que están en Proceso de Evaluación)	Totalmente satisfactorios	62,12%
	Parcialmente satisfactorios	33,33%
	No satisfactorios	0,00%
	No definido	4,55%

#### 4.4. Análisis de la Caracterización 2012

Los datos presentados en la sección anterior permiten diversas interpretaciones, pudiendo estar eventualmente asociados a factores de confusión e inclusive a factores políticos y económicos en los años de 2011 y 2012. Entretanto, algunos comportamientos posiblemente relacionados con la adopción del modelo pueden ser observados. Un análisis inicial de estos comportamientos fue proporcionado en [Travassos e Kalinowski, 2012b].

Es un hecho que algunas de las organizaciones que participaron de este estudio también utilizan otros modelos de referencia para orientar las acciones referente a sus procesos de software. Eso puede, por sí, representar un factor de confusión influenciando los resultados. Sin embargo, la mayoría de las organizaciones foca efectivamente en el modelo MPS-SW, lo que creemos ser un factor influyente en los comportamientos que pueden ser observados en este momento. Para la descripción de estos comportamientos estaremos, cuando pertinente, presentando algunos coeficientes de correlación obtenidos entre las medidas y los diferentes agrupamientos (con pesos de 1 – Iniciando la Implementación, 2 - En Proceso de Evaluación, 3 – Nivel G, 4 – Nivel F y 5 – Niveles E-A).

A seguir se encuentra la descripción de los comportamientos observados en relación a algunas de las métricas utilizadas del estudio directamente relacionadas con el desempeño de las empresas que adoptaron el modelo MPS-SW.

##### 4.4.1. Tamaño de los Proyectos

En relación al tamaño de los proyectos, de las 132 empresas consideradas en el iMPS 2012, 36 (27,27%) mencionaron medir el tamaño de sus proyectos en Puntos de Función. Otras medidas de tamaño utilizadas fueron Horas, utilizada por 28 empresas (aunque esta medida no es indicada como una medida interesante para tamaño de proyecto por confundirse con el concepto de esfuerzo, teniendo en vista las diferentes interpretaciones y abordajes de medición que pueden ser aplicadas) y Puntos de Caso de Uso, utilizada por 5 empresas.

La Figura 4.1 presenta las medianas del Tamaño Medio de los Proyectos de las empresas que utilizan Puntos de Función para cada agrupamiento utilizado en el estudio.

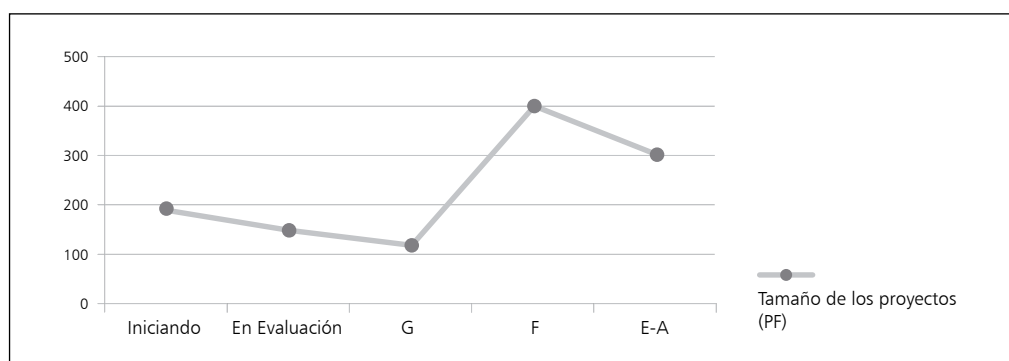


Figura 4.1. Mediana del tamaño de los proyectos (para proyectos medidos en Puntos de Función)

Es posible observar que, mientras que la mediana del tamaño para empresas en proceso de evaluación es de 150 Puntos de Función, la mediana para las empresas en los niveles E-A es de 300. Existe correlación positiva entre el aumento de la mediana y el aumento del nivel de madurez MPS-SW de +0,65. Un comportamiento parecido fue observado en la rodada de 2011 [Travassos e Kalinowski, 2012a]. Es importante todavía resaltar que la variación del tamaño de los proyectos puede ser reflejo de las demandas recibidas en proyectos por una organización, logo esta medida debe ser evaluada en conjunto con el Número de Proyectos de la organización, presentado en seguida.

#### 4.4.2. Número de Proyectos en el País

Este número es mayor para empresas en los niveles más altos de madurez (E-A), que presentaron mediana de 11,5 proyectos en el país. La mediana del Número de Proyectos en el País puede ser vista en la Figura 4.2. Existe una correlación positiva entre el número de proyectos en el país y el aumento de la madurez de +0,82.

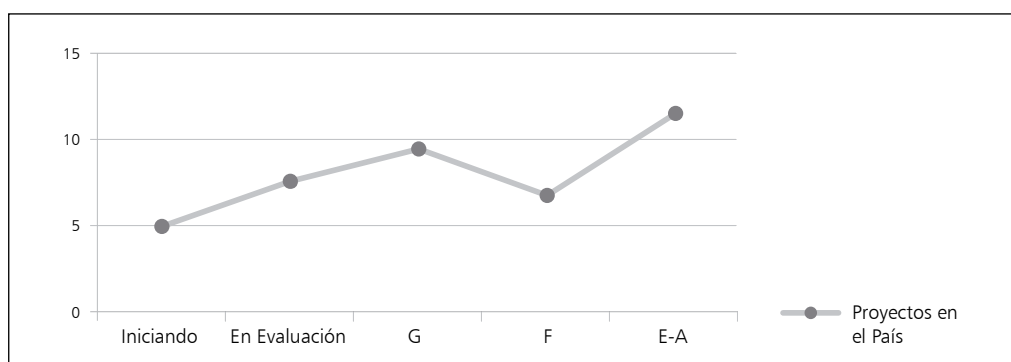


Figura 4.2. Mediana del número de proyectos en el país

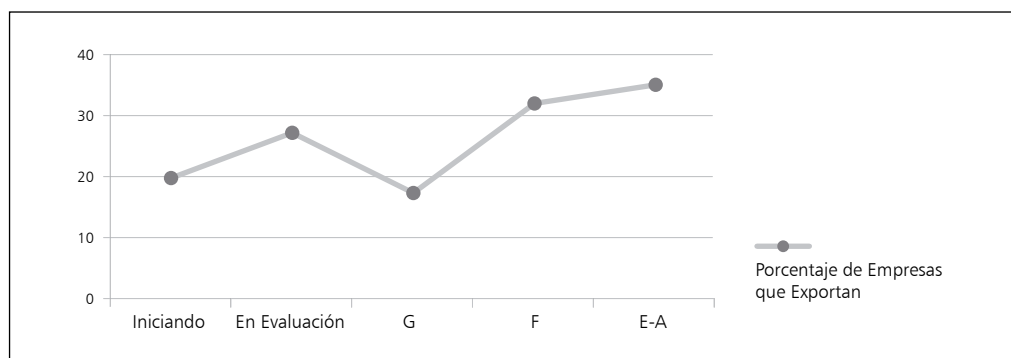
Es posible observar un comportamiento inesperado en las empresas nivel F. Entretanto, al comparar el comportamiento presentado en la Figura 4.2, se percibe un comportamiento inverso. A pesar de no tener evidencia para apoyar la afirmación, creemos que este comportamiento (aumento del tamaño, reducción del número de proyectos) esté asociado la confianza adquirida por la organización con el conjunto de actividades proporcionado por el nivel F. La inclusión de prácticas más elaboradas, previstas en los procesos inseridos en el nivel F, hace que la organización se sienta apta a trabajar con proyectos mayores sin tener todavía noción adecuada de los niveles de saturación de sus equipos de desarrollo y de todos los riesgos involucrados cuando se lida con proyectos mayores.

Las empresas de niveles más altos de madurez, a su vez, aparentemente organizan sus demandas en proyectos de tamaño que facilite el su control y reduzca su riesgo, teniendo en vista la experiencia adquirida, los procesos y prácticas internalizados y el número de funcionarios involucrados.

#### 4.4.3. Porcentaje de Empresas que Exporta

Para obtener esta información el número de clientes en el exterior fue considerado. Como las empresas que exportan son menoría entre las que entregaron datos para la investigación, en este punto se optó por levantar para cada agrupamiento el porcentaje de empresas que exporta (que posee uno o más clientes en el exterior), conforme presentado en la Figura 4.3. Es posible notar que entre las

empresas de mayor madurez el porcentaje que exporta es considerablemente mayor. Existe una correlación positiva entre el porcentaje de empresas que exporta y el aumento de la madurez de  $+0,73$ .



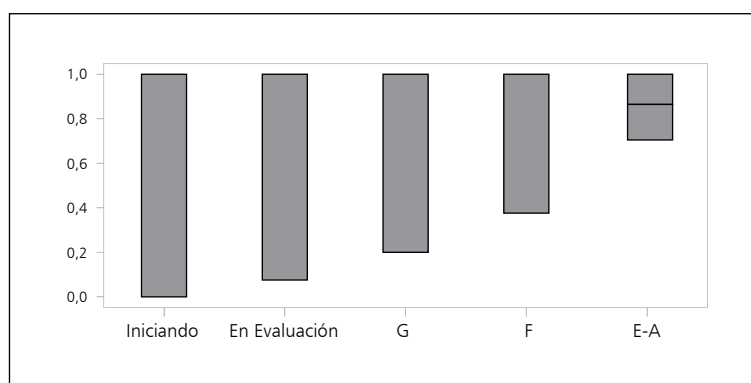
**Figura 4.3. Porcentaje de Empresas que Exportan**

Al observar los gráficos debemos llevar en consideración que las empresas que están iniciando la implementación o que están en proceso de evaluación pueden estar preparándose para cualquier nivel de madurez y, de esta forma, son posiblemente mayores que algunas empresas que se encuentran en el nivel G, y que el MPS-SW tiene como principal objetivo hacer que las pequeñas empresas puedan acceder a la mejora de procesos.

#### 4.4.4. Precisión de Estimativa de Plazo

Como muchas empresas informaron que el tiempo medio gasto en los proyectos es igual al plazo de los proyectos (o sea, precisión de estimativa 1), creemos que esta variable sea mejor observada observando la variación dentro de cada conjunto de empresas.

La Figura 4.4 ilustra esta variación, a través de un *boxplot*, que destaca los valores mínimo, máximo y la mediana.



**Figura 4.4. Boxplot de la Precisión de Estimativa**

En esta figura es posible observar que las empresas de niveles de madurez F y E-A presentaron menor variación y mayor precisión de estimativa mínima (variando respectivamente entre 0,38 y 1 y entre 0,70 y 1) si comparadas a las empresas en el nivel de madurez G (variando entre 0,2 y 1), en proceso

de evaluación (entre 0,08 y 1) y las que están iniciando la implementación (entre 0 - correspondiendo a error de estimativa mayor o igual a 100% - y 1). O sea, así como en la caracterización de 2011, de acuerdo con las informaciones recolectadas, las empresas de mayor madurez informaron conseguir mayor precisión en las estimativas.

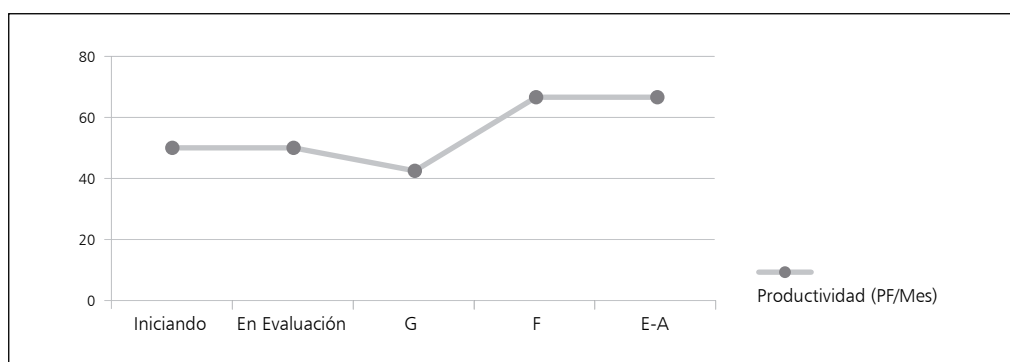
#### 4.4.5. Productividad

En relación a la productividad destacamos que ella está siendo observada de forma aislada. Es importante recordar que la productividad se muestra naturalmente diferente de acuerdo con el tipo de proyecto y que esta medida debe ser observada llevando en consideración también otras características, como la calidad y el costo. Adicionalmente, el cálculo de la productividad lleva en consideración otras medidas base que aparentan ser más confiables para empresas a partir del nivel F, que poseen el proceso de medición institucionalizado.

Teniendo en vista estas consideraciones, la productividad presentó correlación positiva con el aumento del nivel de madurez del MPS-SW de +0,75. La mayor mediana fue de las empresas en el nivel F y de las empresas en los niveles E-A (ambos los agrupamientos presentaron capacidad productiva de 66,67 puntos de función por mes en sus proyectos).

La Figura 4.5 presenta las medianas de la productividad de los proyectos de las empresas que utilizan Puntos de Función para cada agrupamiento utilizado en el estudio (después de análisis de *outliers* en el tamaño y en la duración de los proyectos, el agrupamiento En Proceso de Evaluación contó con 7 empresas, el nivel G con 8 empresas y cada uno de los demás agrupamientos con 5 empresas).

Es posible observar que el comportamiento referente a la productividad es bastante parecido con lo obtenido en las rodadas anteriores iMPS, considerando diferentes grupos de empresas en cada año.



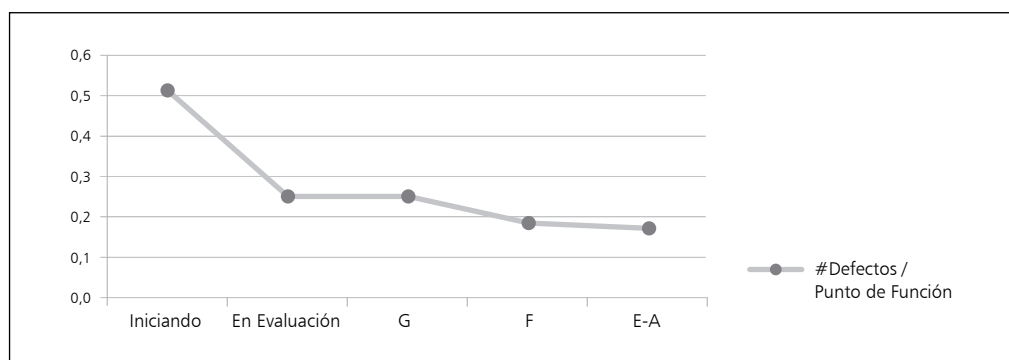
**Figura 4.5. Mediana de la Productividad (en PF/Mes)**

#### 4.4.6. Calidad

La calidad fue medida en función de defectos encontrados después de la entrega del proyecto. Para esta medida las empresas fueron solicitadas a informar el número de defectos por unidad de tamaño del proyecto. La unidad más utilizada nuevamente fue Puntos de Función (25 empresas). Teniendo en vista estas consideraciones, el aumento de la calidad (menos defectos) presentó correlación positiva con el aumento del nivel de madurez del MPS-SW de +0,87.

La Figura 4.6 presenta las medianas del número de defectos por punto de función para cada agrupamiento utilizado en el estudio (después del análisis de *outliers*, los agrupamientos Iniciando la Implementación y En Proceso de Evaluación contaron con 5 empresas, el nivel G con 7 empresas y los niveles F y E-A con 4 empresas).

Este fue el primer año en que cada agrupamiento contenía un número mínimo de 4 empresas permitiendo tal análisis. Creemos que la permanencia de las empresas en el MPS-SW a lo largo del tiempo haya contribuido en la obtención de informaciones más precisas y coherentes. Aunque estas afirmaciones no puedan ser hechas con base en evidencia, creemos que la presencia de los procesos de gestión de configuración y aseguramiento de la calidad en el nivel F, los procesos de verificación y validación en el nivel D y prácticas de análisis causal de defectos en los niveles más altos de madurez contribuyen para este perfil de decaimiento de defectos con el aumento de la madurez. Nuestra expectativa es que el aumento de la madurez lleve a las empresas a cambiar el foco de la corrección de defectos para la prevención de defectos, evitando su introducción y propagación, reduciendo así el re trabajo [Kalinowski et al., 2012].



**Figura 4.6. Mediana del Número de Defectos por Punto de Función**

#### 4.4.7. Satisfacción con el Modelo MPS-SW

Referente a la satisfacción de las 132 empresas con el modelo MPS-SW, 62,12% (82 empresas) relataron estar totalmente satisfechas con el modelo y 33,33% relataron estar parcialmente satisfechas. Ninguna empresa informó estar insatisfecha y 4,55% (6 empresas) informaron todavía no conocer su nivel de satisfacción con el modelo. Este resultado indica que la gran mayoría de las empresas (95,45%) está totalmente o parcialmente satisfecha con el modelo MPS-SW.

De modo general, los datos de caracterización permitieron observar que, para las empresas que respondieron a los cuestionarios en el año de 2012, aquellas de mayor madurez realizan más proyectos en el país, tiene mayor presencia en el exterior, realizan entregas más próximas a los plazos estimados, poseen mayor capacidad productiva (PF/Mes) y entregan productos de mayor calidad (menos defectos), con consecuente reducción del re-trabajo. La comparación de estos resultados con las caracterizaciones realizadas en las rodadas anteriores del iMPS permite observar semejanzas comportamentales de los grupos de empresas, aumentando la confianza en los resultados.

Habiendo presentado estos resultados de la caracterización de las empresas en 2012, la sección siguiente describe El análisis global que busca comparar los posibles efectos en indicadores teniendo en vista la permanencia de las organizaciones en el uso del modelo MPS-SW y sus respectivos niveles de madurez.



## 5. Análisis Global: Empresas que Internalizaron el MPS-SW en sus Actividades de Desarrollo

La base histórica del iMPS posee 743 cuestionarios referentes las 298 organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012. De esta forma, es posible observar la tendencia de mercado de estas empresas durante del período en lo que respecta a la Categoría de Servicios, Dominios de Aplicación y Categoría de Productos, conforme puede ser visto en las secciones a seguir.

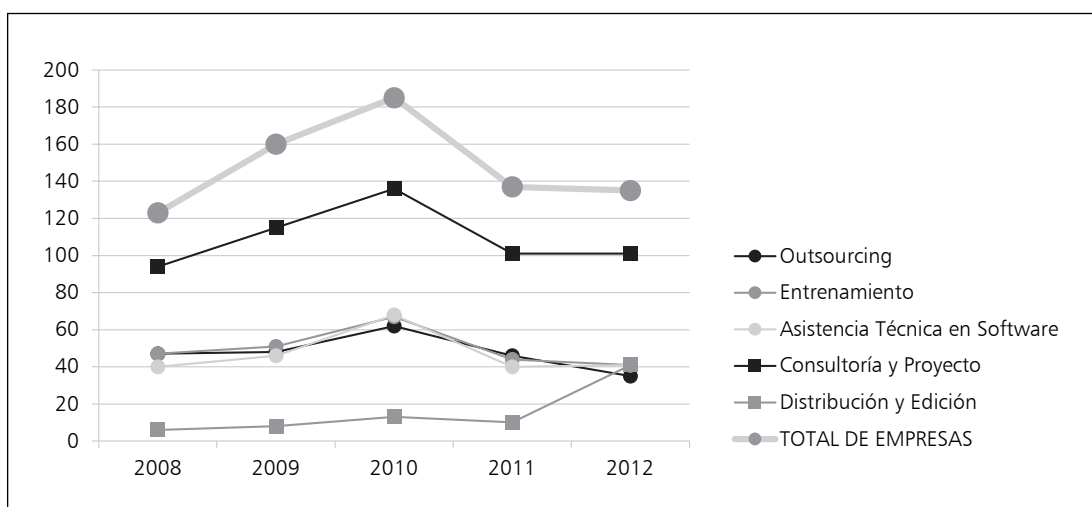
### 5.1. Indicadores Generales

#### 5.1.1. Categoría de Servicios

Se nota, en esta categoría, un buen número de organizaciones consistentemente ofreciendo servicios de Consultoría y Proyecto a lo largo de los años (variación nula), con crecimiento de la oferta de servicios de Distribución y Edición. Desde 2010, se percibe reducción en el ofrecimiento de servicios de Outsourcing, de Entrenamiento y leve reducción de Asistencia Técnica. La Tabla 5.1 muestra la distribución de los datos a lo largo de los años. Note que una misma empresa puede informar que ofrece más de una categoría de servicio, afectando la suma total de respuestas. La Figura 5.1 presenta un gráfico buscando ofrecer una diferente perspectiva de visualización de los datos.

**TABLA 5.1 – Categorías de Servicios Ofrecidos por Empresas que adoptaron el MPS-SW**

Categoría Servicio	2008	2009	2010	2011	2012	Variación
Outsourcing	47	48	62	46	35	-0,43
Entrenamiento	47	51	67	44	41	-0,29
Asistencia Técnica en Software	40	46	68	40	41	-0,05
Consultoría y Proyecto	94	115	136	101	101	0,00
Distribución y Edición	6	8	13	10	41	0,79



**Figura 5.1. Servicios Ofrecidos por Empresas que Adoptaron el MPS-SW**

### 5.1.2. Dominios de Aplicación

Diferentes dominios de aplicación han sido considerados a lo largo de los años. Sin embargo, se percibe una reducción, como en Automación Bancaria, en el tratamiento de diferentes Dominios de Aplicación. Por otro lado, algunos pocos dominios presentan crecimiento en su tratamiento, como por ejemplo, Gestión Integrada – ERP, que vuelve a tener mayor atención a partir de 2011 y de los Servicios de Mensajes, que comienzan a aparecer como área de trabajo para algunas empresas involucradas con el MPS-SW. Interesante también observar que algunos dominios no fueron indicados como siendo tratados por las empresas en 2012 (Comercio Electrónico, Administración de Servicios y Computación Gráfica).

**TABLA 5.2 – Dominios de Aplicación tratados por las empresas que adoptaron el MPS-SW**

<b>Dominios de Aplicación</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Variación</b>
Automación Bancaria	24	22	24	15	15	-0,85
Administración de Recursos Humanos	31	33	24	23	24	-0,82
E-Business	26	27	29	15	14	-0,80
Comunicación de Datos	26	20	23	11	16	-0,78
Herramienta / Ambiente de Desarrollo de SW	25	30	27	14	16	-0,77
Comercio Electrónico	26	28	39	16	0	-0,69
Administración de Banco de Datos	15	16	20	7	7	-0,68
Administración Escolar	17	22	19	17	10	-0,68
Gestión de Contenido	30	23	37	10	12	-0,67
Gestión de la Calidad	21	16	25	10	10	-0,67
Administración de Servicios	34	39	54	24	0	-0,65
Gestión de Relacionamiento con el Cliente	32	28	45	21	15	-0,57
Página Web	60	66	79	45	46	-0,54
Gestión del Conocimiento	21	26	25	23	16	-0,52
Geo-procesamiento	11	9	19	9	3	-0,44
Administración Jurídica	12	9	15	9	10	-0,25
Automación Comercial	25	36	44	22	27	-0,17
Gestión de Documentos	17	19	38	11	17	-0,12
Computación Gráfica	1	0	3	4	0	0,17
Administración – Otros	36	37	41	45	36	0,32
Educación a Distancia	36	37	41	45	36	0,32
Automación – Otros	17	12	22	22	17	0,38
Gestión Integrada – ERP	34	44	69	37	55	0,39
Servicios de Mensajes	0	0	0	0	7	0,71

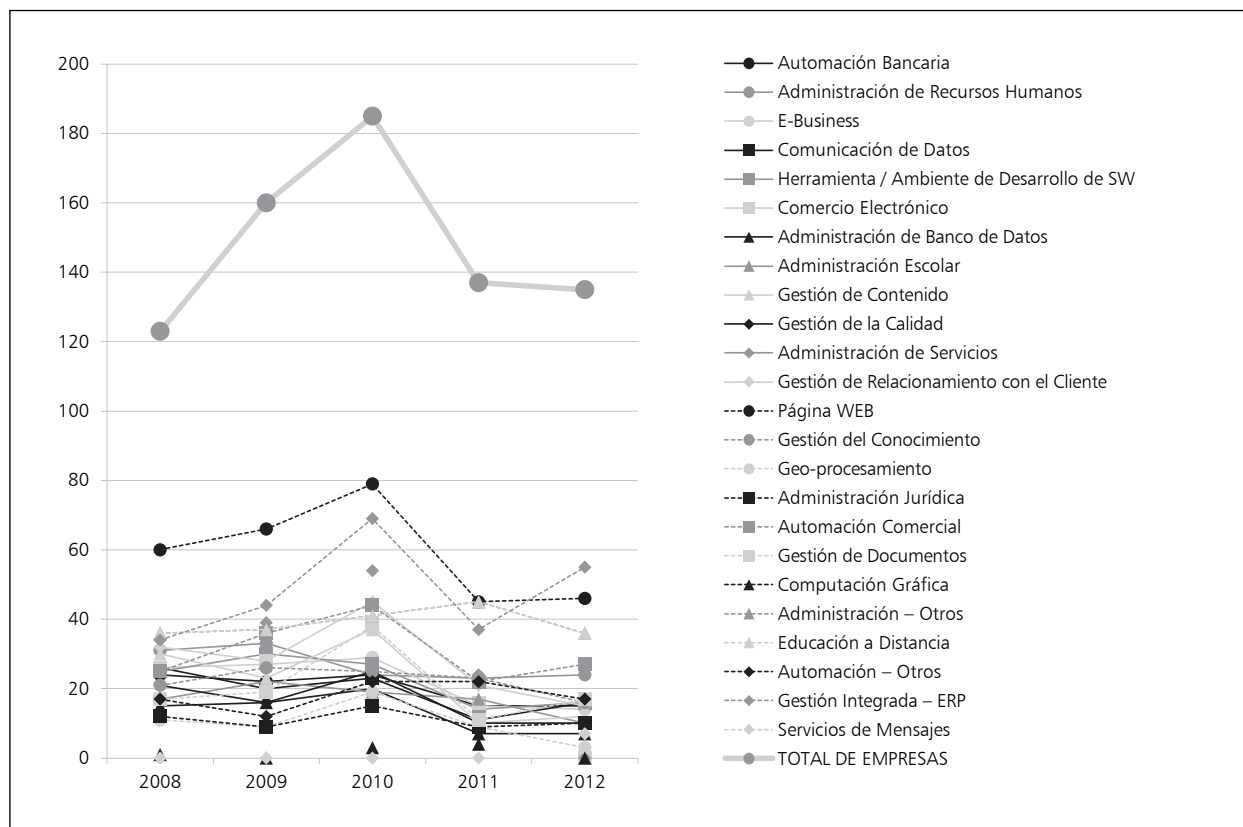


Figura 5.2. Dominios de Aplicación tratados por las Empresas que adoptaron el MPS-SW

### 5.1.3. Categoría de Productos

En la categoría de productos, customización parece ser el foco principal, a pesar de la importancia de otros productos, como sistemas embarcados, que indican sufrir fuerte reducción de interés. En un momento en que el desarrollo tecnológico del País demanda la integración de sistemas de software y dispositivos, este comportamiento llama la atención. Sistemas embarcados son de extrema importancia y necesitan prácticas y tecnologías específicas, incluyendo software y hardware.

Creemos que las prácticas sugeridas por los modelos de madurez estén más volteadas al desarrollo de software convencional (con o sin agilidad), no siendo aplicables directamente al desarrollo de sistemas embarcados y con requisitos de ubicuidad computacional. A pesar de no tener datos para apoyar una investigación más elaborada, consideramos necesario entendimiento de este fenómeno buscando ofrecer oportunidades para que las organizaciones que trabajan con esta categoría de producto puedan también asegurar la calidad de sus procesos y productos en el contexto del MPS.

TABLA 5.3 – Categorías de Producto Tratados por las empresas que adoptaron el MPS-SW

Categoría de Productos	2008	2009	2010	2011	2012	Variación
Embarcado	13	14	9	10	4	-0,88
Paquete	68	87	94	65	69	-0,24
Customizado	93	111	136	108	103	0,17

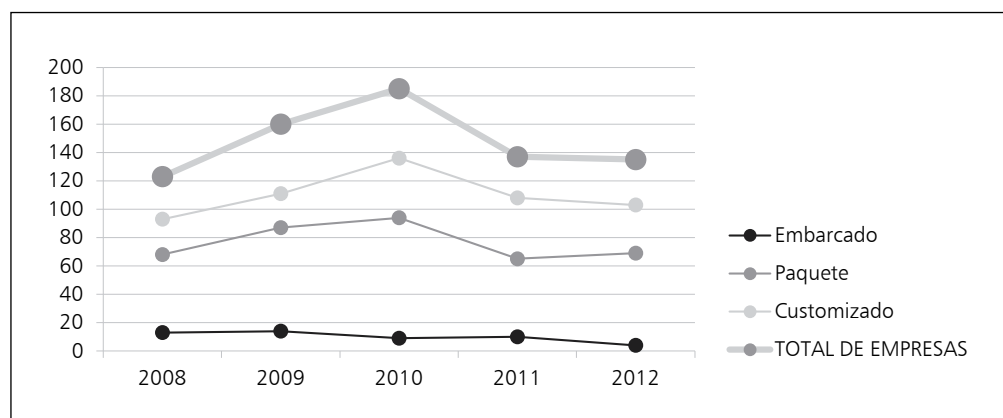


Figura 5.3. Categoría de Productos Ofrecidos por empresas que adoptaron el MPS-SW

## 5.2. Indicadores de Desempeño

En el conjunto de datos históricos iMPS encontramos un subconjunto compuesto por 226 empresas que, a lo largo de los años, entregaron por lo menos 4 cuestionarios con informaciones relacionadas a su desempeño con la implementación, evaluación y uso del MPS-SW de 2008 a 2012. Este criterio fue utilizado con el objetivo de obtener una muestra representativa de organizaciones que efectivamente ya hayan internalizado el MPS-SW en sus procesos de software.

Para este subconjunto, apenas el último cuestionario enviado por la empresa fue utilizado. Por eso, ningún cuestionario provisto en la rodada de 2008 fue considerado y cada empresa contribuyó apenas una vez para la distribución de las organizaciones por Año Base y Nivel MPS-SW, que puede ser vista en la Tabla 5.4. Conforme se percibe (y sería esperado), las rodadas más recientes del iMPS contribuyeron con más datos para el análisis.

Empresas en los niveles G y F son las más frecuentes, observándose un crecimiento del número de empresas en los niveles más altos a lo largo de los años. Aunque este crecimiento sea esperado, se puede percibir, principalmente para las empresas que contribuyeron con datos para los años de 2011 y 2012, tendencia a permanecer en el nivel obtenido en la primera evaluación MPS-SW, sea G o F. Considerando los resultados positivos que viene siendo presentados a lo largo de los años con la utilización del MPS-SW, sería interesante extender la investigación para entender los motivos que pueden haber llevado a algunas pocas organizaciones a no dar continuidad en la utilización del MPS-SW o dejar de participar de las rodadas iMPS.

TABLA 5.4 – Distribución de Empresas por Año y Nivel MPS-SW

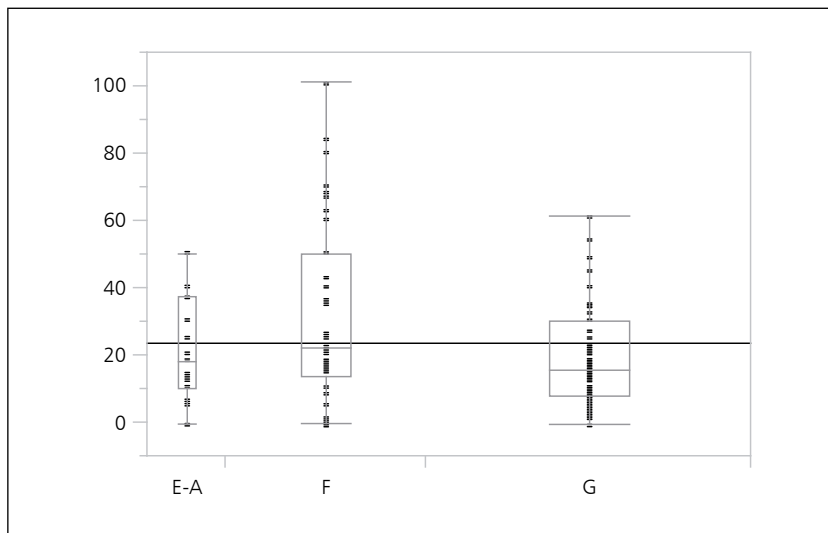
Nivel	2009	2010	2011	2012
G	10	48	29	47
F	6	14	21	23
E-A	2	3	8	15

Diferentes perspectivas de observación fueron utilizadas con los datos buscando atender las expectativas previstas en el iMPS. Entretanto, teniendo en vista la diversidad e independencia de los datos, algunos indicadores no pudieron ser completamente tratados. Para evitar interpretaciones distorsionadas, algunas excesivamente positivas y otras negativas, apenas los indicadores que presentan estabilidad y calidad suficiente para análisis serán presentados. De la misma forma, indicadores que no presentaron evidencia estadística (alfa=5%) a partir de análisis con pruebas no paramétricas (Wilcoxon / Kruskal-Wallis, 1-way Test, aproximación Chi-Cuadrado) no son presentados buscando evitar discusiones sin alguna base factual. Excepciones son realizadas para los indicadores que presentan resultados en región de frontera, con *p-value* muy próximo del límite, para los cuales algún análisis será realizado buscando no perder la oportunidad de observación, considerando los riesgos asociados a los resultados.

Para cada indicador (tratado independientemente) fue realizado análisis de *outlier*, con eliminación de los extremos vía visualización de la distribución a través de *boxplots*. El uso de pruebas con potencia estadística más alta (paramétricos) fue descartado, pues el tratamiento de las distribuciones buscando obtener normalidad y homocedasticidad llevó a muestras con pocas organizaciones y, por lo tanto, con baja representatividad de la población.

### 5.2.1. Número de Clientes en el País

El indicador Número de Clientes en el País puede ser observado en el contexto de 145 organizaciones, después de la eliminación de 81 *outliers*. Conforme presentado en la Figura 5.4, las organizaciones en nivel más alto de madurez tienden a presentar mayor número de clientes, con leve ventaja para las organizaciones en el nivel F (*p-value* = 0,0254).



Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
E-A	19	1348,00	1387,00	70,9474	-0,226
F	48	4136,50	3504,00	86,1771	2,658
G	78	5100,50	5694,00	65,3910	-2,354

1-way Test, ChiSquare Approximation

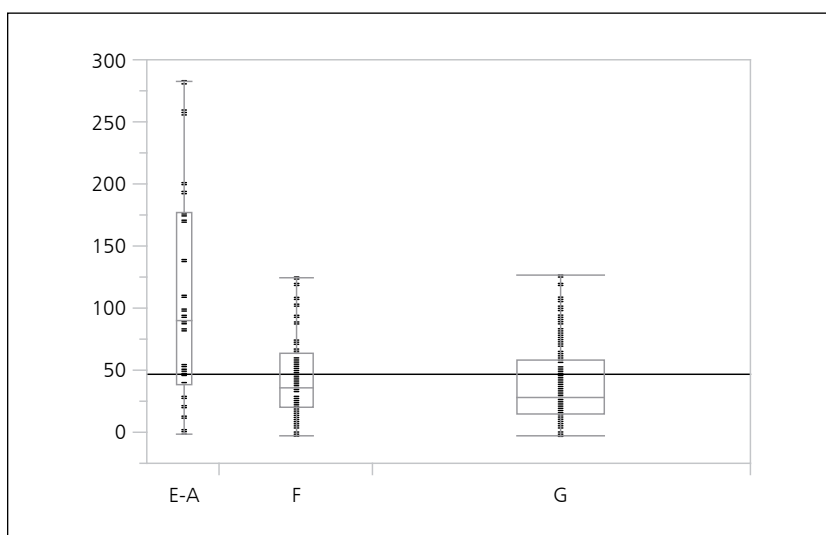
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
7,3439	2	0,0254

Figura 5.4. Número de Clientes en el País por Nivel MPS-SW

### 5.2.2. Número de Funcionarios

Para este indicador 40 *outliers* fueron identificados, de tal forma que 186 organizaciones contribuyeron para el resultado. Conforme se observa en la Figura 5.5, el número de funcionarios aumenta a medida que el nivel de madurez aumenta ( $p\text{-value} = 0,0006$ ).

Este comportamiento es esperado ya que niveles de madurez más altos implican en más actividades, consecuentemente demandando esfuerzo adicional. Se por un lado, este comportamiento puede llevar a una interpretación negativa por parte de las empresas, teniendo en vista el aparente aumento de investimento necesario, por otro, muestra el potencial de evolución que el aumento de la madurez en procesos puede traer. De hecho, es importante observar el comportamiento de este indicador en conjunto con el aumento del número de proyectos y de clientes, los cuales justifican racionalmente el aumento de efectiva para atender la mayor demanda.



Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
E-A	22	2933,00	2057,00	133,318	3,693
F	47	4487,00	4394,50	95,468	0,288
G	117	9971,00	10939,5	85,222	-2,730

1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
14,8667	2	0,0006

Figura 5.5. Número de Funcionarios por Nivel MPS-SW

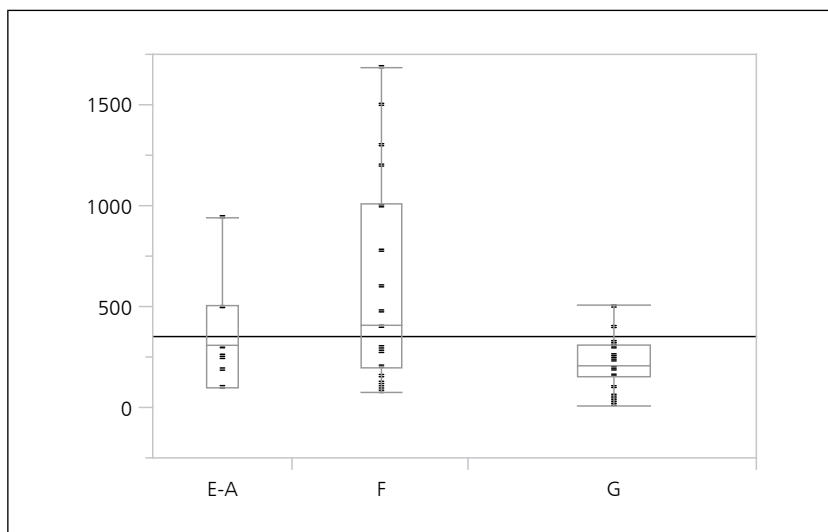
### 5.2.3. Tamaño Medio de los Proyectos

Este indicador aparentemente todavía no es bien comprendido por parte de las organizaciones. Se observa que son usadas medidas diversas, sin que haya un consenso en el área sobre cual medida debe ser efectivamente usada. De hecho, existe todavía algún equívoco conceptual que necesita ser tratado en el campo, pues las organizaciones han realizado mediciones de tamaño en tiempo, telas, número de casos de uso, entre otras, que no son medidas adecuadas para esta característica. También se nota, para una misma organización, alguna volatilidad en relación a la medida utilizada a lo largo de los años, impidiendo una evaluación más elaborada sobre el desempeño de la organización, pues no es posible realizar la comparación temporal de los resultados.

Entretanto, un subconjunto de empresas informa medir el tamaño de sus proyectos en Puntos de Función. A pesar de la uniformidad de la unidad de medida, es posible que los valores informados no sean directamente comparables teniendo en vista la forma en que cada organización cuenta los puntos relativos a sus proyectos. Por lo tanto, los resultados presentados a seguir deben ser recibidos considerando este posible factor de confusión.

De las 226 organizaciones, apenas 76 utilizan Puntos de Función como medida de tamaño para los proyectos, de las cuales 11 tuvieron que ser eliminadas (*outlier*). Conforme se puede observar en la Figura 5.6, el tamaño medio de los proyectos tiende a aumentar cuando el nivel de madurez de la organización aumenta ( $p\text{-value} = 0,0201$ ).

Se entiende que cuanto mayor el tamaño del proyecto, mayor la necesidad de gestión y control. Por lo tanto, este resultado es esperado y corrobora lo observado para el indicador Número de Funcionarios (sección 5.2.2). A pesar de no existir evidencia estadística, comportamiento semejante puede ser gráficamente visualizado para las organizaciones que presentan el tamaño de sus proyectos en Puntos de Caso de Uso.



Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
E-A	15	508,500	495,000	33,9000	0,203
F	19	802,000	627,000	42,2105	2,527
G	31	834,500	1023,00	26,9194	-2,479

1-way Test, ChiSquare Approximation

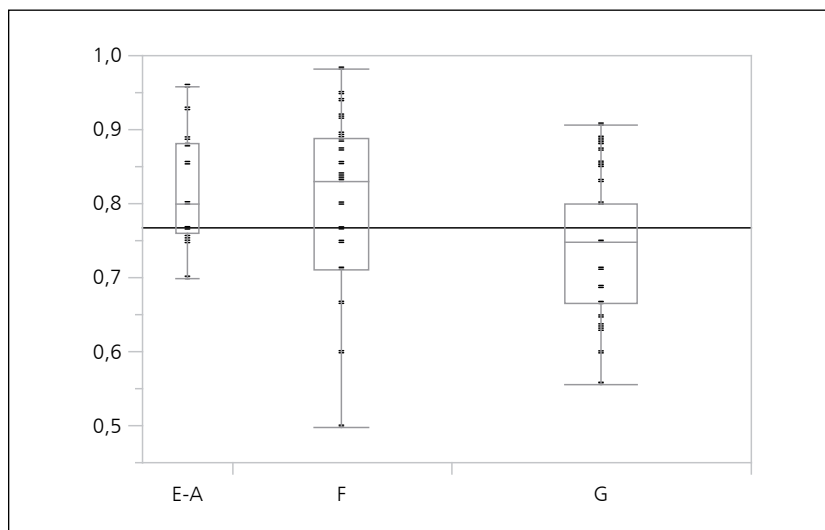
ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
7,8113	2	0,0201

Figura 5.6. Tamaño Medio de los Proyectos por Nivel MPS-SW

### 5.2.4. Precisión de Estimativa

El comportamiento esperado para este indicador es de aumento de la precisión con el aumento del nivel de madurez de la organización. Este indicador es derivado, conforme definido en el plan iMPS, de las medidas Tiempo Medio Estimado para el Proyecto y Tiempo Medio Gasto en el Proyecto.

De las 226 organizaciones, 139 fueron eliminadas (*outliers*), resultando 87 empresas que contribuyeron con datos que permiten observar la precisión de estimativas en los diferentes niveles de madurez MPS-SW. La Figura 5.7 muestra que las empresas con mayor nivel de madurez presentan mayor precisión de estimativa ( $p\text{-value} = 0,0034$ ).



Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
E-A	13	740,000	572,000	56,9231	2,006
F	31	1582,00	1364,00	51,0323	1,939
G	43	1506,00	1892,00	35,0233	-3,291

1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
11,3649	2	0,0034

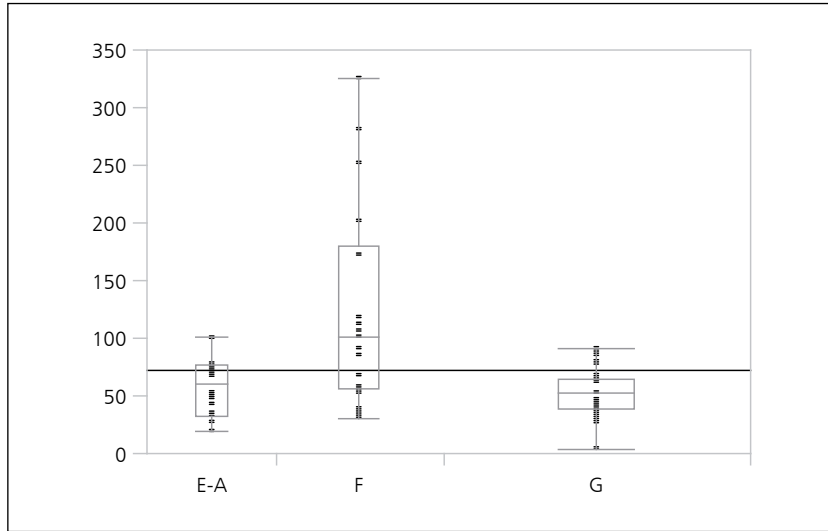
Figura 5.7. Precisión de Estimativa por Nivel MPS-SW

### 5.2.5. Productividad

La productividad, conforme el plan iMPS, es tratada de acuerdo con la perspectiva del software. O sea, la productividad es considerada en este trabajo como siendo montante producido en software (medido, por ejemplo, en Puntos de Función) por el tiempo medio del proyecto. Como se observa, la productividad es un indicador derivado, que depende directamente del tamaño y tiempo del proyecto. En particular (Sección 5.2.3), el indicador Tamaño Medio de Proyecto presenta limitaciones de tratamiento que, consecuentemente, limitan la observación sobre la productividad.

Considerando las organizaciones que presentaron el Tamaño Medio de Proyecto en Puntos de Función, fue posible utilizar los datos referentes a 65 organizaciones (11 *outliers* eliminados), que indican que la productividad aumenta a medida que el nivel de madurez aumenta, con leve ventaja para las organizaciones del nivel F ( $p\text{-value} = 0,0010$ ), conforme se observa en la Figura 5.8.





Wilcoxon / Kruskal-Wallis Tests (Rank Sums)

Level	Count	Score Sum	Expected Score	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
E-A	14	421,500	462,000	30,1071	-0,639
F	18	844,500	594,000	46,9167	3,671
G	33	879,000	1089,00	26,6364	-2,754

1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
13,8645	2	0,0010

Figura 5.8. Productividad en Software por Nivel MPS-SW

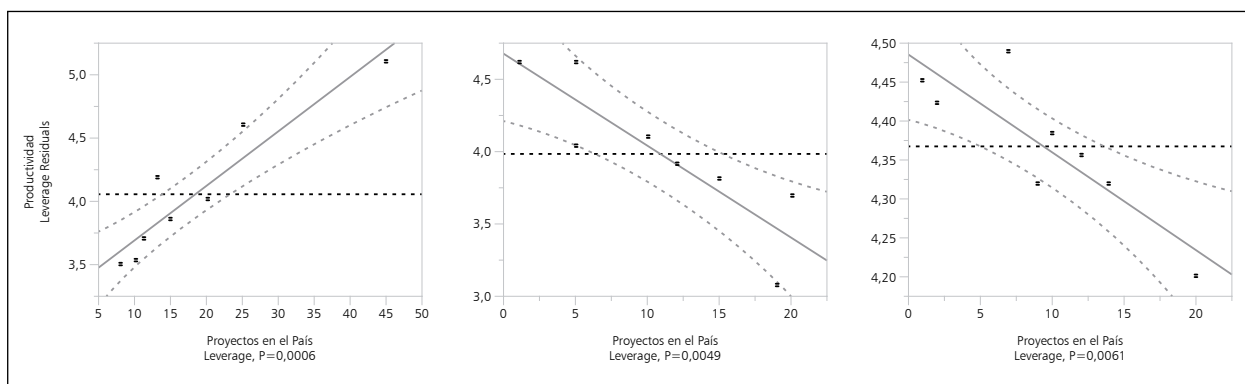
Podemos considerar el indicador Productividad, juntamente con Precisión de Estimativa, como fundamentales para establecer parámetros confiables en lo que respecta a la planificación de proyecto. A pesar de no ser posible establecer una relación lineal satisfactoria entre ellos, reducir su variación a la luz de otras variables de contexto puede representar un importante diferencial para el negocio y debería ser perseguido por las empresas.

Para apoyar esta discusión, ofrecemos los resultados obtenidos del análisis de la relación entre Productividad y Número de Proyectos y entre Productividad y Densidad de Defectos. Se entiende que, teóricamente, las organizaciones que mantienen sus procesos de software adherentes a las buenas prácticas de la ingeniería de software deberían mantener sus niveles de productividad independientemente del número de proyectos y que el impacto del re-trabajo debido a los defectos sería reducido. Para apoyar esta discusión, y considerando que utilizar apenas los datos de las organizaciones presentados en la Figura 5.7 introduciría un vies limitante en la muestra, fue aplicada una transformación logarítmica en la distribución de productividad, teniendo en vista la definición del indicador. De esta forma, todas las medidas válidas (Tamaño de Proyecto/Tiempo de Proyecto y Número de Defectos/Unidad de Tamaño) fueron transformadas con logaritmo natural, una práctica usualmente utilizada en la transformación de escalas conceptualmente equivalentes.

Como se puede observar en la Figura 5.9, existe una relación inversa fuerte entre Productividad y Número de Proyectos, notablemente más intensa (inclinación de la recta) para empresas en el nivel F ( $p\text{-value} = 0,0049$ ). O sea, cuanto mayor el número de proyectos, mayor la reducción en la productividad. Las empresas de nivel G también presentan comportamiento semejante ( $p\text{-value} = 0,0061$ ), aunque menos intenso.

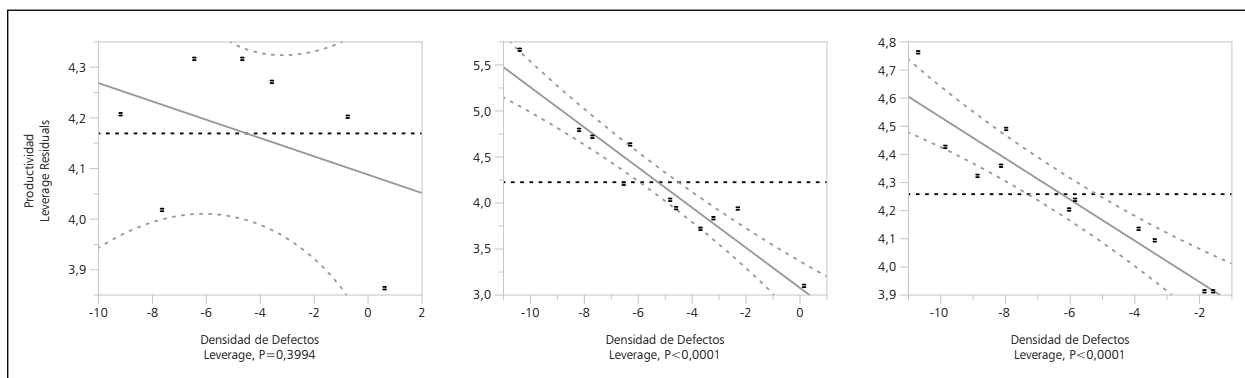
Ya para las empresas en nivel más alto de madurez, ocurre una inversión ( $p\text{-value} = 0,0006$ ), o sea, el aumento en el número de proyectos no presenta tendencia de reducción de la productividad, por lo contrario, existe tendencia de aumento. Este comportamiento está en acuerdo con las expectativas de la ingeniería de software, teniendo en vista los diferentes procesos instituidos en las organizaciones y las prácticas de gestión y control.

Los niveles G y F, a pesar de su importancia, son niveles de ajuste inicial y no deberían ser considerados como los objetivos finales de cualquier organización de software que demanda la gestión de sus procesos de software y desarrolle sistemas en gran escala o gran cantidad. Particularmente, la reutilización de artefactos entre proyectos puede estar ayudando en esta relación positiva en las organizaciones en nivel más alto de madurez. Entretanto, no tenemos datos suficientes para alargar la observación, haciendo que investigaciones adicionales sean necesarias.



**Figura 5.9. Productividad X Número de Proyectos por Nivel MPS-SW (E-A, F, G)**

De forma semejante, como se puede observar en la Figura 5.10, existe una relación inversa fuerte entre Productividad y Densidad de Defectos para las empresas en niveles G y F ( $p\text{-value} < 0,0001$ ). A pesar de que el gráfico indica una relación semejante, aunque menos intensa para empresas en niveles E-A, no existe evidencia estadística apoyando esta afirmación. De hecho, con base en la literatura técnica, se espera una relación negativa entre densidad de defectos y productividad, pues la existencia de defectos indica la necesidad de re-trabajo. Entretanto, existe la expectativa que este impacto sea efectivamente menor en las organizaciones en nivel más alto de madurez, teniendo en vista los diferentes procesos y prácticas instituidas, principalmente aquellas inherentes a rastreabilidad, pruebas, inspección, gestión de riesgos y análisis causal.



**Figura 5.10. Productividad X Densidad de Defectos por Nivel MPS-SW (E-A, F, G)**

## 6. Consideraciones Finales

El Modelo MPS-SW logró en 2012 el marco de 400 evaluaciones realizadas en empresas desarrolladoras de software. En esta publicación presentamos los resultados de la rodada 2012 del proyecto iMPS, que busca acompañar el desempeño de estas empresas frente a la utilización del modelo.

En 2012, 132 empresas (15 iniciando la implementación, 37 en proceso de evaluación, 47 evaluadas MPS-SW nivel G, 19 evaluadas MPS-SW nivel F y 14 evaluadas MPS-SW niveles E-A) respondieron a la encuesta, haciendo con que la base histórica tenga 743 cuestionarios referente a 298 organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012.

Para permitir describir el comportamiento de estas organizaciones, los resultados fueron presentados bajo dos diferentes escenarios de observación: (i) presentar la caracterización de las empresas a partir de los datos proporcionados en el año de 2012 y (ii) presentar resultados de un análisis global incluyendo la agregación de los datos de las organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012.

La caracterización presentó comportamiento semejante a resultados anteriores, reforzando la indicación de cuanto más alto el nivel de madurez mejor el desempeño en relación a variables de desempeño como productividad, calidad y precisión de estimativa. Fue notable también una correlación positiva entre el porcentaje de empresas que exporta y el aumento de la madurez. La satisfacción de las empresas con el modelo en 2012 permaneció alta (mayor que 95%).

En relación al análisis global, a su vez, en este momento el volumen de informaciones del proyecto iMPS ya comienza a permitir obtener indicaciones más explícitas sobre los efectos del modelo MPS-SW en las empresas que lo utilizan. En la cuarta rodada de la investigación iMPS (iMPS 2011) [Travassos e Kalinowski, 2012a] ya había sido posible observar que a medida que las empresas adquieren madurez también aumentan el número de clientes, número de proyectos, número de funcionarios, tamaño de los proyectos y mejoran la precisión de estimativa. El análisis global de este año, después la quinta rodada (iMPS 2012), en muestra compuesta por 226 organizaciones distintas, refuerza estos resultados y los de la caracterización 2012, evidenciando la importancia de la búsqueda por niveles más altos de madurez en pro de la productividad, calidad y precisión de estimativa.

Adicionalmente, la relación entre la productividad y el número de proyectos presentó evidencia de que empresas de mayor nivel de madurez se muestran más capaces de trabajar con un número mayor de proyectos sin sacrificar la productividad individual de cada proyecto. De esta forma, la investigación presenta indicios de que la adopción de un modelo de madurez y la búsqueda por niveles altos de madurez ayude en la estructuración de la empresa para conseguir atender a un volumen mayor de demandas, absorbiendo un número mayor de funcionarios sin sacrificar su desempeño en relación a productividad y calidad.

A pesar de la calidad de los datos, todavía es posible percibir que las empresas presentan alguna inconsistencia en el acompañamiento y medición de sus proyectos. Es importante resaltar la importancia de establecer políticas de gestión de proyectos robustas, independientemente de la estrategia de desarrollo que se va a adoptar (tradicional o con agilidad) y, en este caso, puede ser interesante la discusión de la realización de entrenamientos adicionales con las empresas reforzando estos aspectos técnicos.

Se percibe también, entre empresas de un grupo, una fuerte variación de los indicadores, que puede ser demostrado por el número alto de *outliers* removidos en cada análisis. Si por un lado, algunas empresas presentan indicadores que están muy abajo de sus pares, otras, a su vez, superan la expectativa existente para el grupo en cuestión. Estos casos necesitan ser más investigados, pues pueden presentar oportunidades de mejora a las prácticas usualmente instanciadas en las organizaciones al mismo tiempo en que puede servir para evolución del MPS-SW, incorporando recomendaciones concretas sobre actividades y tecnologías de software (con base en evidencia) que pueden apoyar a la mejora de los procesos de software de estas organizaciones. Entretanto, esta investigación está fuera del alcance del modelo actual del iMPS.

Existe tendencia general de las empresas en concentrarse en actividades relacionadas a proyectos de software convencionales. Si por un lado muestra la alta demanda existente en este nicho de mercado, por otro, realza que algunos otros dominios, principalmente en lo que respecta a las empresas que adoptaron el MPS-SW, no han sido considerados por estas empresas, como el caso de Sistemas Embarcados. Estos sistemas envuelven, normalmente, diferentes características computacionales con hardware y software, además de componer usualmente sistemas de sistemas, tendencia tecnológica para los próximos años. De esta forma, surge una oportunidad de evolución en el sentido de proporcionar el modelo con áreas de procesos y prácticas de software que contemplen software volteado para este dominio de solución.

Es importante resaltar que en esta investigación existen algunas variables de contexto no consideradas o no identificadas (como aspectos económicos, entre otros) que pueden estar influenciando estos resultados y representar amenazas a la validez del estudio. Todos los esfuerzos posibles fueron realizados en el sentido de intentar tornar este análisis más consistente, exento y explícito posible. Entretanto, riesgos de alguna interpretación equivocada pueden naturalmente existir. Creemos que los comportamientos observados pueden servir para motivar las empresas que ya utilizan el MPS-SW a dar continuidad en las actividades de mejora y perfeccionamiento de sus procesos y para apoyar la toma de decisión de aquellas empresas que deseen pasar a adoptar el MPS-SW en un futuro próximo.

## Agradecimientos

Este trabajo no habría sido posible sin la participación de las empresas y de los profesionales Kival Chaves Weber (Coordinador Ejecutivo del Programa MPS.BR) y Nelson Henrique Franco de Oliveira (Gerente de Calidad de la SOFTEX), a los cuales agradecemos inmensamente por la contribución. Los resultados de cuño científico presentados en este trabajo fueron obtenidos con la herramienta JMP, versión 10, SAS *Institute Inc.*, licencia académica adquirida para proyectos de investigación desarrollados en la COPPE/UFRJ bajo responsabilidad del Prof. Travassos.

## Bibliografía

- Basili, V., Caldera, C., Rombach, D. (1994), "Goal Question Metric Paradigm", *Encyclopaedia of Software Engineering* (Marciniak J. editor), vol. 1, John Wiley & Sons, 528-532.
- Kalinowski, M.; Card, D. N.; Travassos, G. H. (2012). "Evidence-Based Guidelines to Defect Causal Analysis," *Software, IEEE*, vol.29, no.4, pp.16-18, July-Aug. 2012 doi:10.1109/MS.2012.72

- Kalinowski, M.; Weber, K.; Travassos, G.H. (2008). "iMPS: An Experimentation Based Investigation of a Nationwide Software Development Reference Model". ACM/IEEE 2nd International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM). October, 9-10. Kaiserslautern. Germany.
- Travassos, G. H.; Kalinowski, M. (2012b). Resultados Iniciais da Rodada 5 do iMPS: Desempenho das Empresas que Adotaram o Modelo MPS. VIII Workshop Anual do MPS (ISBN: 978-85-99334-34-8), Campinas, SOFTEX. Travassos, G.H.; Kalinowski, M. (2012a). iMPS 2011 - Resultados de Desempenho das Empresas que Adotaram o Modelo MPS de 2008 a 2011. Campinas, SP: SOFTEX, 2012 (ISBN: 978-85-99334-33-1).
- Travassos, G. H.; Kalinowski, M. (2011a). iMPS 2010 - Desempenho das Empresas que Adotaram o Modelo MPS de 2008 a 2010. Campinas, SP: SOFTEX, 2011 (ISBN: 978-85-99334-20-1).
- Travassos, G. H.; Kalinowski, M. (2011b). iMPS – Rodada 4: Variação de Desempenho nas Empresas que Adotaram o MPS de 2008 a 2011, VII Workshop Anual do MPS (ISBN: 978-85-99334-31-7), Campinas, SOFTEX.
- Travassos, G. H.; Kalinowski, M. (2009). iMPS 2009 - Caracterização e Variação de Desempenho de Organizações que Adotaram o Modelo MPS. Campinas, SP: SOFTEX, 2009 (ISBN: 978-85-99334-18-8).
- Travassos, G. H.; Kalinowski, M. (2008). iMPS: Resultados de desempenho de empresas que adotaram o modelo MPS. Campinas, SP: SOFTEX, 2008 (ISBN 978-85-99334-11-9).
- Wohlin, C., Runeson, P., Hoest, M., Ohlsson, M.C., Regnell, B., Wesslén, A. (2000), Experimentation in Software Engineering: An Introduction, Kluwer Academic Publishers, ISBN 0-7923-8682-5, 2000.

**Guilherme Horta Travassos** es doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación por la COPPE/UFRJ y realizó prácticas de pós-doctorado en Ingeniería de Software Experimental en la Universidad of Maryland-College Park. Profesor de Ingeniería de Software del Programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la COPPE/UFRJ. Investigador 1D CNPq. Líder del Grupo de Ingeniería de Software Experimental. Actualmente es Director de Planificación y Administración de la COPPE/UFRJ, miembro de la ISERN. Miembro del cuerpo editorial del periódico Elsevier - Information and Software Technology. Actúa en proyectos de Investigación y Desarrollo con la industria a través de la Fundación COPPETEC. Informaciones adicionales pueden ser obtenidas en <http://www.cos.ufrj.br/~ght>.

**Marcos Kalinowski** es doctor en Ingeniería de Sistemas y Computación por la COPPE/UFRJ. Profesor de Ingeniería de Software del Programa de Pos-Graduación en Ciencia de la Computación de la UFJF. Es evaluador líder, implementador e instructor del programa MPS.BR. Es socio fundador de la Kali Software (<http://www.kalisoftware.com>), donde participó de proyectos de desarrollo, consultoría y entrenamiento dentro y fuera del país y actualmente actúa como consejero en Ingeniería de Software.

## **iMPS 2012: Evidencias Sobre el Desempeño de las Empresas que Adoptaron el Modelo MPS-SW desde 2008**

La investigación iMPS 2012 contó con cuestionarios electrónicos respondidos por 132 empresas involucradas con el modelo MPS de Software (MPS-SW), resultando una base histórica del iMPS con 743 cuestionarios registrados, referentes a 298 organizaciones que participaron de las rodadas iMPS de 2008 a 2012.

La satisfacción con el modelo MPS permanece alta (>95%).

En 2012, la caracterización presentó comportamiento semejante a resultados anteriores, reforzando la indicación de cuanto más alto el nivel de madurez mejor el desempeño frente a la productividad, calidad y precisión de estimativa.

El análisis global desde 2008, en muestra compuesta por 226 organizaciones distintas, reforzó los resultados de la caracterización y evidenció la importancia de la búsqueda por niveles más altos de madurez en pro de la productividad, calidad y precisión de estimativa.

Como este es un estudio único en el mundo, se espera que las evidencias objetivas presentadas como resultados de esta quinta rodada de la encuesta anual iMPS sean útiles a los interesados, tanto en la mejora de los procesos de software, como en el aumento de la competitividad de las empresas de software, en Academia, Gobierno y principalmente en la Industria (Triple Hélice).

Apoyo:

Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

 **FINEP**  
FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

 **SEBRAE**

 **BID**  **OMIN**  
Multilateral Investment Fund  
Member of the IBI Group

ISBN 978-85-99334-44-7



[www.softex.br/mpsbr](http://www.softex.br/mpsbr)

