

El Software como Obra Pública en La Pampa

Diván, Mario José^{1,2,3} & Sánchez Reynoso, María Laura^{1,3}

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Pampa*

²*Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad Nacional de La Pampa*

³*Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de La Pampa*

Abstract

Este trabajo plantea los principales aportes realizados al proyecto de ley para la reforma de la Ley General de Obras Públicas de la Provincia de La Pampa. De este modo, se indican aquí los fundamentos esgrimidos para considerar al software y las redes de comunicaciones como obra pública, los principales aportes realizados desde la Comisión de Informática del Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de La Pampa, y en particular, plantear algunas consideraciones y propuestas en relación a la determinación de la capacidad técnica de una empresa de software. Esto permite agilizar y transparentar el proceso de adquisición de software y redes de comunicaciones al Estado Provincial, como así también, permite capitalizar la experiencia de la gestión de obra pública en general, con respecto al software y las redes de comunicaciones.

Palabras Clave

Software. Capacidad Técnica. Ley de Obras Públicas. La Pampa

1. Introducción

La Ley General de Obras Públicas N° 38 de la provincia de La Pampa [1], se encuentra vigente desde el año 1953, y regula lo atinente a la adquisición y/o construcción de la obra pública en general dentro de la provincia. Desde el Bloque Justicialista de la Honorable Cámara de Diputados (HCD) de la provincia, se giró al Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de La Pampa (CPIALP), un proyecto de modificación de su autoría [2], a los efectos de recabar diferentes aportes, que complementen y actualicen la mencionada Ley.

En este sentido, vale aclarar que todo aquello que no fuere contemplado mediante la Ley General de Obras Públicas, cae bajo la órbita de la Ley 3 de Contabilidad [3], la cual también se remonta a 1953 y cuyo objetivo difiere sustancialmente de la

anterior Ley, por cuanto aborda aspectos registrales y presupuestarios en general con respecto al Estado Provincial. Así, la posibilidad de efectuar aportes al proyecto de modificación de la ley general de obras públicas, fue una oportunidad para añadir los aspectos propios de la tecnología de la información, resaltar su transversabilidad en el Estado, y poner de manifiesto el impacto social que ellas representan para el contribuyente, para las entidades u organizaciones intermedias, como así también, para el del Estado Provincial en su conjunto.

Como contribuciones específicas, y en función del proyecto de modificación autoría del Bloque Justicialista de la HCD, se plantea *a) incorporar el software y las redes de comunicaciones como obra pública en la Provincia de La Pampa*, lo cual permite que estos dejen de ser regidos por una ley no específica, como la Ley Provincial N° 3 de Contabilidad, y pasen a contemplarse dentro de una Ley con mayor asociatividad al sector industrial, con las implicancias que ello representa, tanto para el proveedor como para el propio Estado; *b) formalizar el proceso de adquisición de software y redes de comunicaciones en el Estado Provincial*. Aún cuando el software es de naturaleza intangible, las prácticas comúnmente empleadas en la obra pública para su licitación, su adjudicación, su inspección, la certificación de sus avances, entre otras, son aplicables a éste sin inconvenientes. Así, se materializa la idea de capitalizar la experiencia en gestión de la obra pública en general, aplicándola al aprovisionamiento de software y redes de comunicaciones. Esto último, le permite al Estado Provincial, formalizar el proceso de

adquisición de software y el de las redes de comunicaciones, basándose en normas y estándares bien conocidos y maduros, que redundan en mayor transparencia, control y dinamismo; c) *definir un modelo alternativo para determinar la capacidad técnica de una empresa de software*. Este aspecto es de vital importancia al momento de la definición de los tipos de empresas que estarían en condiciones de hacer frente a determinados proyectos, con una envergadura y complejidad dada.

El presente artículo se organiza en seis secciones. La sección 2, resume los fundamentos del software como obra pública. La sección 3 destaca las principales contribuciones realizadas al proyecto de modificación de la Ley General de Obras Públicas. La sección 4 aborda la problemática vinculada con la determinación de la capacidad técnica de las empresas de software. La sección 5 discute los trabajos relacionados, y por último, se resumen las conclusiones y trabajo a futuro.

2. El Software como obra pública

La Ley Nacional de obras públicas, en su Artículo 1° indica *“Considerase obra pública nacional toda construcción o trabajo o servicio de industria que se ejecute con fondos del Tesoro de la Nación, a excepción de los efectuados con subsidios, que se regirán por ley especial, y las construcciones militares, que se regirán por la ley 12.737 y su reglamentación y supletoriamente por las disposiciones de la presente”* [4], lo que claramente refiere a una actividad industrial. El software, previo al 2004, no era considerado una actividad industrial, sino que era referido en general como un servicio, motivo por el cual era excluido de los beneficios de promoción industrial, y su adquisición se daba del mismo modo que cualquier otro bien mueble. Claro que el avance de la tecnología de la información en los últimos tiempos, la transversabilidad del software y las redes de comunicaciones en cuanto a las diferentes actividades del Estado, han hecho

que la gestión de la información marcara la diferencia con respecto a cualquier otro bien en general. Es decir, gran parte de la información del Estado hoy fluye entre sistemas informáticos y a través de las redes de comunicaciones, para brindar diferentes tipos de servicios. Esto último, permitió hacer palpable la idea de que la generación de un software que facilitara la automatización de una cantidad de labores dadas, claramente no era solo un servicio, sino que tenía asociado un complejo proceso de manufactura e Ingeniería. En este sentido, mediante la Ley Nacional 25.922 del 2004 [5], Argentina reconoce a la industria del software como tal, por lo que en carácter transitivo, y de acuerdo al primer artículo de la Ley Nacional de Obra Pública, el software sería considerado a nivel Nacional como obra pública.

Ahora bien, en la provincia de La Pampa, la adhesión a la Ley Nacional de promoción de la industria del software, se da mediante la Ley Provincial 2.345 del 2008 [6]. De este modo, se pensaría que el software en el marco provincial ya podría haber sido considerado como obra pública desde 2008, pero no fue así dado que la ley provincial de obra pública señala lo siguiente: *“Se consideran Obras Públicas a los efectos de la presente ley todos los estudios, proyectos, las construcciones, instalaciones, conservaciones, modificaciones, restauraciones y los trabajos por ellas motivados, destinados a satisfacer el interés general, que realice la Provincia por sí o por medio de personas o entidades privadas u oficiales, con fondos propios, de aportes nacionales, municipales o de particulares, o que sean garantizados o subvencionados por la Provincia, cualquiera fuera el sistema de ejecución”*, de este modo, aquí se especifica la construcción como el eje central, y sus proyectos, modificaciones, restauraciones, instalaciones como asociaciones de la misma contempladas en la Ley. Así, mientras la Ley Nacional centra la definición de obra pública en una actividad industrial en general, la Ley Provincial

define la misma en términos de la construcción y lo asociado con ella. Gracias al proyecto de modificación, se pudo proponer incorporar dentro del artículo 1° de la Ley Provincial, los sistemas informáticos y las redes de comunicaciones, fundado ello en que éstos debían ser considerados como obra pública, dado que se trata de sistemas abstractos y-o concretos, cuyo ciclo de desarrollo presenta un grado de complejidad con aristas de especialización cada vez más marcadas, mediante los cuales, se automatizan los procesos transversales al Estado.

Como moraleja, a tal punto es el grado de compatibilidad del software y las redes de comunicaciones con respecto a lo normado en materia de obra pública en general en la provincia de La Pampa, que sobre el proyecto original del Bloque Justicialista con 135 artículos, tan solo fue necesario efectuar agregados sobre aspectos específicos de las ciencias informáticas en 17 de ellos, lo cual representa tan solo un 12% del proyecto.

3. Principales Aportes al Proyecto de Modificación de la Ley General de Obras Públicas de la Provincia de La Pampa

En esta sección, se resaltan siete aportes que consideramos fundamentales a los efectos del proyecto de modificación, y sobre los cuales, se sustentan las restantes contribuciones no mencionadas aquí por una cuestión de extensión.

El primer aporte al proyecto de modificación de la ley general de obras públicas, claramente se vincula con el hecho de considerar al software y las redes de comunicaciones dentro del concepto de obra pública. Esto permite que los procesos de licitación, adjudicación, inspección, certificación, entre otros, sean aplicables, independientemente de si el objeto de control es tangible o no. De esta manera, la experiencia acumulada en la obra pública tradicional, por denominarla de alguna forma, es aplicable en forma directa sin mayores modificaciones sobre los

conceptos del software y las redes de información.

En segundo lugar, el concepto de emplazamiento de la obra, no es un aspecto menor, por cuanto tradicionalmente, lo lógico es que el producto tangible (edificios, dependencias, instalaciones, etc.) fuese ubicado en un ámbito claramente definido, y bajo el control del Estado Provincial. En cuanto a las redes de comunicaciones, si bien la idea es aplicable, el concepto requiere algunos ajustes, por cuanto el alcance y longitud de una red de comunicaciones no necesariamente se circunscribe a un predio, o bien, a una ciudad. Por otro lado, y en materia del software, el concepto original de emplazamiento no aplica, dado que no puede determinarse necesariamente el ámbito físico donde se ejecuta un software, ni que hablar en los entornos actuales bajo el esquema de software como servicios (Software as a Service -SaaS-) [7]. Ahora bien, la delimitación del espacio físico donde el proveedor tradicional debía efectuar la obra tiene su lógica, es decir, no solo tiene la importancia evidente de la ubicación, sino que en dicho ámbito, se da lugar a las inspecciones y a la utilización del libro de servicios, lo cual permite formalizar las comunicaciones entre el contratista y el Estado Provincial en las licitaciones. Desde éste último punto de vista, se recomendó obligar al contratista de software y-o redes, a establecer un domicilio real y constatable dentro de la Provincia de La Pampa, con el objeto de: a) incorporar el libro de servicios y el esquema general de notificaciones a los proyectos de software, b) definir que en dicho domicilio, el Inspector de Obra, en representación del Estado Provincial, podría acceder a un entorno de prueba inocuo, c) disponer que en dicho domicilio, deba contarse con acceso real y verificable a la documentación actualizada con respecto al sistema, correlacionado ello con el ámbito de prueba, d) obligar al contratista a definir un representante técnico en la provincia, el cual deberá estar presente en el domicilio

real constituido ante una eventual inspección. Esto último, le permite al Inspector de Obra requerir cualquier documentación impresa y debidamente firmada por el representante del contratista, a los efectos de obtener pruebas documentales que avalen o no el avance de una obra. De este modo, se flexibiliza la idea de que el ámbito de desarrollo de la obra sea totalmente virtual, en la medida de que el contratista garantice un domicilio real dentro de la provincia, donde sea posible establecer las comunicaciones formales y realizar las inspecciones de obra dentro de un ambiente de pruebas inocuo.

En tercer lugar, ha sido necesario flexibilizar la idea de los planos generales asociados con las obras, como así también, ajustar su definición al ámbito informático. Es decir, para que una obra pueda ser llamada a licitación, el proyecto licitatorio debía contemplar los planos, solo que en materia de software y cuando se trata de un software a medida, es altamente probable que tales planos no existan, y en su lugar, lo que exista sea la definición formal de los requerimientos. Esto último es incluso lógico, por cuanto el Estado Provincial a través de los requerimientos, estaría licitando no solo el desarrollo del sistema como tal, sino también su análisis y diseño. Finalmente, la propuesta concreta ha sido incorporar tal situación dentro del articulado, a los efectos de que mediante el listado de requerimientos, la licitación pueda realizarse. En este último sentido, como hecho fundamental derivado de dicha propuesta, se hace responsable en forma directa al contratista por la trazabilidad entre los requerimientos, sus modelos y el sistema informático implementado, lo cual en absoluto es un aspecto menor, ya que constituye una herramienta fundamental para garantizar la mantenibilidad del software a futuro.

El cuarto aporte se asocia con los planes de acopios, los cuales son comunes en la construcción pero en absoluto en materia de software, a no ser, que en forma conjunta a la licitación del software, se contemple

equipamientos y-o dispositivos de soporte para la aplicación a construir. En este sentido, la propuesta se focalizó en exceptuar al software de los planes de acopio cuando el objetivo fuese la construcción a medida de un software, manteniéndose intacto el concepto de acopio cuando la licitación aplique a redes de comunicaciones, o bien, software con dispositivos complementarios (por ejemplo, lectores de código barra, escáneres, etc.).

En quinto lugar, ha sido necesario diferenciar dentro del proyecto de modificación, los sistemas informáticos pre-fabricados con respecto al sistema principal a construir. Así, se denomina sistema informático pre-fabricado, a los efectos del proyecto de modificación, a aquellos sistemas informáticos que satisfacen simultáneamente las siguientes condiciones, a saber: a) es posible acceder a su compra, licenciamiento, o cualquier otra forma de incorporación al patrimonio del Estado, b) existe un ente que lo distribuye, c) no representa un software a medida de quien lo adquiere, d) existen instalaciones constatables y operativas en forma previa a la incorporación patrimonial, y e) el nivel de adecuación que eventualmente se requiriese, no supere el 20% del alcance funcional del software. Esto implica que un sistema a medida, puede contemplar dentro de la propia licitación, la adquisición de otros sistemas informáticos y-o dispositivos de soporte, los cuales son necesarios para que el software principal funcione. Es decir, si por ejemplo el software principal licitado se asociase con la registración, emisión y actualización de un carnet único de conducir provincial, es posible que se contemple dentro de dicha licitación, la adquisición del software de fotografía, las cámaras fotográficas, el software para escanear las huellas digitales, entre otros. Esta aclaración es fundamental, ya que de lo contrario, la adquisición de estos dispositivos y-o programas informáticos complementarios se regirían por la ley de contabilidad, y no serían contempladas dentro de la obra pública.

En sexto lugar, ha sido necesario contemplar que ante una eventual paralización o extensión de la obra, por causales no imputables al proveedor, se le reconozcan a éste último los costos adicionales que pudiesen generarse por el mantenimiento de determinados sistemas informáticos y-o herramientas licenciadas que éste utilice para el desarrollo de la obra. Por ejemplo, es probable que el contratista posea licencias temporales de determinadas herramientas de desarrollo, o bien, esté realizando leasing sobre determinados equipamientos, los cuales ante una extensión imprevista de plazos, generarán costos adicionales.

Por último, en séptimo lugar, ante una eventual rescisión del contrato con el Estado Provincial, se incorporó la posibilidad de que el Estado tome tanto los materiales como los sistemas informáticos que el contratista empleaba, a los efectos de continuar por sus propios medios la obra. Esto último fue necesario, por cuanto la ley vigente, sólo contempla los aspectos tangibles derivados del acopio, pero no así aquellos intangibles empleados en la obra, como las licencias abonadas y vigentes asociadas con determinadas herramientas de desarrollo.

4. Determinación de la Capacidad Técnica de una Empresa de Software

La determinación de la capacidad técnica es un tema fundamental a los efectos de verificar si los oferentes, poseen la suficiencia técnica requerida, para hacer frente al proyecto que se licitará. No obstante, la determinación de la capacidad técnica debiera adicionalmente, permitir establecer un marco comparativo entre los oferentes, a los efectos de establecer un orden de mérito si así fuere requerido.

El proyecto de modificación de la Ley General de Obras Públicas, en su Artículo 23° indica: *“El Ministerio de Obras y Servicios Públicos llevará un “Registro Permanente de Licitadores” que tendrá la función de la inscripción, habilitación, calificación y determinación de la*

capacidad técnica, financiera y económica de las personas físicas ò jurídicas que pretendan tener acceso a las licitaciones. La Reglamentación fijará la forma y condiciones de confeccionar el Registro y la admisión en el mismo se hará con intervención del Consejo de Obras Públicas” [2], de este modo, el cómo determinar la capacidad técnica en una empresa de software, en absoluto representa un aspecto menor.

A nuestro criterio, la experiencia acumulada dentro del ámbito informático, forma parte integral de la capacidad técnica de una empresa, por cuanto la industria del software se sustenta principalmente en personas, no solo en equipamientos [8]. De hecho, los equipos de desarrollo de software funcionan como células de desarrollo de software [9], sustentado con personas, y ello constituye el talón de Aquiles de cualquier proyecto de software. Es decir, se puede intentar automatizar tanto como se quiera las diferentes actividades, pero el vínculo entre conocimiento y experiencia, son propiedad de la persona, no de una máquina o bien de la empresa. Claro que las empresas pueden emplear diferentes estrategias para crear, retener y transferir parte de dicho conocimiento [10,11], pero en definitiva, la relación conocimiento-experiencia es personal. En dicho sentido, la capacidad técnica de una empresa de desarrollo de software ante un proyecto en particular, puede sustentarse en tres dimensiones, a) la experiencia del equipo de desarrollo, b) la madurez de los procesos de desarrollo de software dentro de la empresa, y c) la experiencia acumulada de la empresa en el aprovisionamiento de sistemas a otros organismos.

En cuanto a la dimensión vinculada con la experiencia personal (primera), se propone un análisis bidimensional desde el punto de vista de la función que desempeñó una persona en un proyecto, y en cuanto a la cantidad de usuarios finales que emplearían tal sistema. En este sentido, y a título de ejemplo, supongamos que se categorizan

los proyectos como sistemas destinados a atender “<100 usuarios”, “entre 100 y 1000 usuarios”, y “>1000” usuarios, y por otro lado, se desglegan los principales tópicos del ciclo de vida. Finalmente, la intersección entre tópico y categoría de proyecto, debiera completarse con la cantidad total de horas certificables que dicha persona posee en relación a ellos (tópico y categoría). De este modo, la forma de esquematizar la experiencia personal se expone en la Tabla 1. Dicha tabla, debe construirse para cada persona que interviene en los proyectos de la empresa, evitando revelar cualquier tipo de información sensible. Así, la Tabla 1 por ejemplo, indica que una Persona dada, dispondría de 200 hs de experiencia certificable en bases de datos y en proyectos de sistemas con hasta 100 usuarios finales.

Tabla 1. Vista bidimensional de la experiencia de una Persona dada

Tópicos	<100	[100;1000]	>1000
Bases de datos	200hs	250hs	200hs
Relevamiento	100hs	100hs	100hs
Análisis y Diseño de Sistemas	0hs	50hs	100hs
Desarrollo	50hs	50hs	500hs
Testing	30hs	30hs	300hs
Gestión de Proyectos	25hs	25hs	205hs
Soporte	0hs	20hs	0hs
Capacitación	50hs	70hs	500hs

De este modo, la Tabla 1 permite conocer a) *la experiencia de cada persona por tópico*: esto es mediante la suma lineal de la experiencia expresada en horas a nivel de fila (por ejemplo, para bases de datos en la Tabla 1, sería 200 + 250 + 200= 650hs), b) *la experiencia de cada persona por tipo de proyecto*: es esto mediante la suma lineal de la experiencia expresada en horas a nivel de columna (por ejemplo, para proyectos destinados a atender más de 1000 usuarios en la Tabla 1, sería 200 + 100 + 100 + 500 + 300 + 205 + 0 + 500= 1.905hs), y c) *la experiencia total acumulada de cada*

persona: ella surge de sumar linealmente la carga horaria certificada en los distintos tipos de proyectos (por ejemplo, para la Tabla 1 sería $\sum_{i=1}^8 \sum_j^3 x_{ij} = 2.955hs$, siendo i los tópicos, j las categorías de proyectos definidas y x_{ij} la experiencia certificable del tópico i en proyectos del tipo j). Dado que en la industria del software se trabaja por células, o bien equipos, la experiencia frente a un proyecto dado, debe analizarse también en forma colectiva, y la misma es posible deducirla a partir de la experiencia personal de cada integrante, como sigue:

$$X_{ij} = \sum_{p=1}^n \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^3 x_{ij}^p$$

Donde:

- n : Es la cantidad de personas que integran la célula
- X_{ij} : Representa la experiencia total acumulada por todas las personas de la célula en el tópico ‘i’, dentro de proyectos del tipo ‘j’
- i : Es la cantidad de tópicos a analizar
- j : Representa la cantidad de categorías mediante la cual se segmenta la experiencia
- x_{ij}^p : Es la experiencia en el tópico ‘i’, en proyectos del tipo ‘j’ de la persona ‘p’.

Esta primera dimensión, asociada con la experiencia del equipo de trabajo, constituye una herramienta útil en una licitación en particular, donde la idea es que el oferente al momento de presentarse, indique cuál sería el equipo que trabajaría en el proyecto, y en caso de existir cambios posteriores a la adjudicación, estará obligado a efectuar cambios por personas de experiencia equivalente. Por otro lado, y a los efectos de incorporar una empresa dentro del Registro de Licitadores, esta dimensión no aplicaría, dado que no se le

puede pedir a una empresa de software la experiencia personal de cada uno de sus integrantes, ya que constituiría un despropósito. En este último sentido, es en donde entran en juego la segunda dimensión vinculada con la madurez de los procesos de desarrollo de software, y la tercera dimensión vinculada con la experiencia en desarrollos de software en cuanto a los contratos que la empresa ha culminado con éxito.

La segunda dimensión, como se ha mencionado anteriormente, aborda la madurez de la empresa en cuanto a su capacidad de desarrollar software, y en tal sentido, la referencia industrial obligada es el Capability Maturity Model Integration (CMMI) [12]. El modelo establece cinco niveles de madurez, (1) Inicial, (2) Administrado, (3) Definido, (4) Cuantitativamente Administrado, y (5) Optimizado. Cada uno de los niveles, definen objetivos y prácticas mínimas asociados con el desarrollo de software que deben ser satisfechas para poder certificar el mismo. De este modo, y a los efectos del registro de licitadores mencionado por el proyecto de modificación de la Ley General de Obras Públicas [2], se asigna al nivel cinco un 100%, al cuatro un 80%, al tres un 60%, al dos un 40% y al uno un 20%. La diferencia entre niveles, el 20%, será proporcional a la cantidad de prácticas requeridas en un nivel superior, las cuales en el nivel inferior aún no son requeridas. De este modo, suponiendo que una empresa certificada en el nivel CMMI 2 (dispone de un 40% por la certificación del nivel), puede demostrar que satisface 4 de las 11 áreas de procesos requeridas del nivel 3, entonces dispondrá de un 7, 27% más, el cual surge de $\left(\frac{4}{11}\right) \cdot 20 + 40 = 47,27\%$, donde 20 es la amplitud entre niveles y 40 es el porcentaje asociado con el nivel 2. Por otro lado, cuando una empresa no está certificada en CMMI, pero puede demostrar que satisface determinadas prácticas, se aplica el mismo criterio tomando como referencia el total de prácticas requeridas por CMMI, a los efectos de determinar el

porcentaje que le correspondería. Esto último, es sumamente útil por cuanto permite al Consejo de Obras Públicas de la provincia, establecer un piso mínimo de prácticas que debieran ser satisfechas, o bien un porcentaje mínimo, para poder integrar el Registro de Licitadores de la Provincia.

La tercera dimensión se asocia con la experiencia que la empresa posee aprovisionando sistemas. En forma similar a lo propuesto con respecto a la primera dimensión, se segmenta la carga horaria de experiencia certificable de la empresa, en función de las categorías de empresas y los sectores a los que se abasteció, definidos en la Resolución 582 de la Comisión Nacional de Valores [13].

Tabla 2. Vista bidimensional de la experiencia de una empresa dada

	Pequeña	Mediana	Grande
Agropecuario	1.700hs	4.500hs	2.000hs
Industria y Minería	0hs	7.500hs	2.300hs
Comercio	2.650hs	1.600hs	6.500hs
Servicios	3.540hs	0hs	3.500hs
Construcción	6.325hs	2.530hs	0hs

En la Tabla 2 se expone un ejemplo sobre cómo visualizar en forma bidimensional la experiencia de una empresa dada. Ello permite obtener a) *la experiencia de cada empresa por sector*: esto es mediante la suma lineal de la experiencia expresada en horas a nivel de fila (por ejemplo, para el sector Agropecuario en la Tabla 2, sería $1.700 + 4.500 + 2.000 = 8.200\text{hs}$), b) *la experiencia de cada empresa por tipo de empresa aprovisionada*: esto es mediante la suma lineal de la experiencia expresada en horas a nivel de columna (por ejemplo, para proyectos destinados a aprovisionar empresas de mediana envergadura en la Tabla 2, sería $4.500 + 7.500 + 1.600 + 0 + 2.530 = 16.130\text{hs}$), y c) *la experiencia total acumulada por la empresa*: simplemente sumando toda la experiencia expresada en horas para todos los sectores y tamaños (por ejemplo, para la tabla 2 sería $\sum_{i=1}^5 \sum_j^3 x e_{ij} = 44.645\text{hs}$ siendo i los

sectores, j los tamaños de las empresas y x_{eij} la experiencia certificable de la empresa en el sector i para clientes del tamaño j).

Así, y a los efectos de determinar la incorporación en el Registro de Proveedores en materia de Software, el Consejo de Obras Públicas podría establecer una carga horaria mínima certificable en cuanto a experiencia, junto con un porcentaje mínimo de prácticas demostrables, lo cual se asocia con el proceso de manufactura. Ahora bien, esta última vinculación nada dice sobre la capacidad técnica en sí, por cuanto por ejemplo sí señala que la empresa incorpora determinadas prácticas, al igual que permite conocer la experiencia total y por sector, pero nada dice sobre cuántos proyectos o qué tipos de proyectos sus células de desarrollo pueden abordar. En este último sentido es donde ingresa la primera dimensión, pero solo ante licitaciones puntuales y a los efectos de establecer un orden de mérito en términos de quienes se han presentado como oferentes.

Así, nuestra propuesta es que para ingresar al Registro de Licitadores, la empresa deba brindar la suficiente información (en términos de declaración jurada), que permita determinar su experiencia por sectores y tamaño de clientes, al igual que permita determinar el nivel de madurez que sus procesos de desarrollo de software poseen. Tal información podrá ser actualizada por la empresa en cualquier momento.

Por otro lado, y eventualmente cuando la empresa se presentase a una licitación, deberá definir e indicar en su oferta, cuál será el equipo de personas que potencialmente abordará el proyecto, brindando la información en los términos definidos para la primera dimensión, y adicionalmente, señalar la dedicación horaria semanal que cada persona del equipo tendrá con respecto al proyecto.

De este modo, el modo propuesto para determinar la capacidad técnica referida a un proyecto determinado (CT_p) en una

empresa de software, es función de las tres dimensiones en forma simultánea, es decir:

$$CT_p = f(d_1, d_2, d_3)$$

Donde:

- f : representa la relación funcional entre las dimensiones y la capacidad técnica
- d_i : representa al valor que asume cada una de las dimensiones, teniendo en cuenta que d_1 y d_3 se expresa en horas, mientras que d_2 es un valor porcentual dentro del intervalo $[0; 100]$.

La primera dimensión, a los efectos del cálculo de la capacidad técnica de la empresa con respecto a un proyecto dado, debe ser ajustada en términos de la participación efectiva de cada una de las personas del equipo de trabajo. Por ejemplo, si una persona dada tiene la experiencia indicada en la Tabla 2, y la empresa señala que sobre una carga semanal de 40hs tendrá 20 horas aplicadas al proyecto (50%), entonces su contribución a la experiencia del equipo de trabajo en el proyecto también se verá reducida en igual magnitud, por lo que la Tabla 2 en forma matricial, debe ser pre-multiplicada por 0.5 (resulta del cociente entre 20 y 40) para ajustar la experiencia y su contribución al proyecto.

$$0,5 \cdot \begin{bmatrix} 200 & 250 & 200 \\ 100 & 100 & 100 \\ 0 & 50 & 100 \\ 50 & 50 & 500 \\ 30 & 30 & 300 \\ 25 & 25 & 205 \\ 0 & 20 & 0 \\ 50 & 70 & 500 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100 & 125 & 100 \\ 50 & 50 & 50 \\ 0 & 25 & 50 \\ 25 & 25 & 250 \\ 15 & 15 & 150 \\ 12,5 & 12,5 & 102,5 \\ 0 & 10 & 0 \\ 25 & 35 & 250 \end{bmatrix}$$

Así, la experiencia total del equipo de trabajo, disminuirá en la proporción en que se ajuste la carga horaria parcial de la persona en cuestión. Hecho ello, la Capacidad Técnica de la empresa en un proyecto dado puede obtenerse como sigue:

$$CT_p = \frac{\left(\frac{d_1}{k}\right)}{\left(\frac{d_3}{qE_{empl}}\right)} \cdot \left(1 + \frac{d_2}{100}\right) \cdot \sum_{i=1}^k (hw_i * \frac{365}{7}).$$

Donde:

- **d₁**: Representa la experiencia ajustada y acumulada del equipo de trabajo propuesto expresado en horas (primer dimensión)
- **k**: cantidad de personas que integran el equipo
- **d₃**: Representa la experiencia acumulada por la empresa expresado en horas (tercer dimensión)
- **qE_{empl}**: cantidad de personas vinculadas que ha tenido la empresa (empleados y-o contratados), durante el lapso de tiempo en el que indica la experiencia acumulada en la dimensión pertinente (d₃)
- **d₂**: Valor entre 0 y 100 adimensional asociado con el nivel de madurez de las prácticas de desarrollo de software (segunda dimensión)
- **hw_i**: cantidad horas efectivas semanales de la persona 'i' del equipo

De este modo, la capacidad técnica de la empresa con respecto al proyecto, refiere a la cantidad de horas efectivas y con resultados probables que se puede obtener al cabo de un año de labor del equipo. El valor 365/7 representa la cantidad de semanas en un año, y éste multiplica a la cantidad de horas efectivas semanales que las personas poseen aplicadas al proyecto, por ende, la unidad resultante de la capacidad técnica son "horas". Los factores anteriores a la sumatoria resultan adimensionales, teniendo que el primer

factor, expresa la experiencia promedio del equipo en relación a la experiencia promedio acumulada por la empresa, de este modo, cuando la empresa propone un equipo cuya experiencia promedio supera al de la empresa, se premia con un incremento en la productividad horaria anual. El segundo factor, premiará cuando la empresa posea un nivel de certificación CMMI o equivalente en sus procesos, incrementando el factor hasta en un 100% cuando posee nivel CMMI optimizado (Nivel 5). Esto último es lógico, ya que cuanto mayor experiencia posea el equipo y cuanto mayor formalismo en sus procesos posea la empresa, mayor posibilidad de productividad a igual cantidad de horas de trabajo.

Ahora bien, resta indicar cómo determinar la capacidad técnica (CT) de una empresa de software, sin que medie un proyecto de software en particular dado, y ello es lo que representa el siguiente modelo:

$$CT = \left(1 + \frac{d_2}{100}\right) \cdot \left(qAE_{empl} \cdot 44 \cdot \frac{365}{7}\right)$$

Donde:

- **d₂**: posee igual definición que en CT_p
- **qAE_{empl}**: Es la cantidad de empleados activos y vigentes que la empresa posee

De este modo, la capacidad técnica tal y como está planteada en el anterior modelo, efectúa una aproximación global a la cantidad de horas al año que la empresa está en condiciones de proveer, incrementándola cuando posee certificaciones asociadas con buenas prácticas de desarrollo de software en sus procesos. Así, si se deseara cuantificar monetariamente la capacidad técnica, se podría multiplicar la carga horaria arrojada por el valor promedio de referencia de un consultor, y se obtendrían los montos aproximados que la empresa de Software estaría en condiciones de financiar.

No obstante y como puede apreciarse en los dos modelos planteados, éstos actúan en forma complementaria, por cuanto el modelo de capacidad técnica permite aproximar la capacidad global de la empresa, mientras que el modelo de capacidad técnica de un proyecto, permite ajustar la aproximación en función del equipo de trabajo propuesto con respecto a la experiencia acumulada por la empresa.

5. Trabajos Relacionados

A nivel nacional, la Ley de Obras Públicas 13.064 [4], en conjunción con la Ley Nacional 25.922 de promoción de la Industria del Software [5], permiten reconocer al Software como Obra Pública, por cuanto a partir de 2004 se reconoce y promociona la Industria del Software como tal. No obstante, la reglamentación de la Ley de Obras Públicas, con complementarias y modificatorias [14,15,16,17,18], refiere al registro de constructores, entendiéndose por tal a empresas orientadas a la manufactura de obras tangibles, específicamente pertenecientes a la industria de la construcción, sin considerar a los constructores de software. En tal sentido, nuestra propuesta es incorporar al software como obra pública, y que las empresas dedicadas a su manufactura integren el registro de licitadores, a los efectos de poder participar de las licitaciones de software como cualquier otra obra pública, bajo el mismo esquema de formalidades.

Existe una iniciativa tendiente a incorporar el desarrollo basado en software libre dentro del Estado [19], lo que focaliza sobre la necesidad de que el Estado emplee software basado en estándares abiertos como aspecto estratégico. Por otro lado y en forma complementaria, nuestra propuesta sugiere aspectos vinculados con el aprovisionamiento del software al Estado Provincial, indistintamente de su tecnología, es decir, si ésta fuere basada en estándares abiertos o propietarios.

Otro trabajo propone analizar la capacidad técnica de una empresa en base a su aptitud

para adecuarse al aprovisionamiento de servicios de negocios compuestos [20], basándose para ello en análisis cuantitativos y cualitativos bien conocidos. No obstante, tal propuesta se sustenta en evaluar arquitecturas orientadas al servicio, con la posibilidad de incorporar sistemas legados, pero ello es acotado a un paradigma dado. En tal sentido, nuestra alternativa incorpora dos modelos sencillos de utilizar y libres de supuestos en términos de paradigmas. El primero de los modelos, aproxima la capacidad técnica sustentándose en CMMI y en el personal de la empresa en general; mientras que el segundo modelo, aproxima la capacidad técnica teniendo en cuenta adicionalmente, la experiencia acumulada de la empresa junto con el equipo que ésta propone para un proyecto dado.

6. Conclusiones y Trabajo a Futuro

En el presente artículo hemos discutido los fundamentos que sustentan al software y las redes de comunicaciones como obra pública. Se planteó en forma sintética el marco normativo de la obra pública a nivel nacional y la situación particular dentro de la provincia de La Pampa. Se han expuesto los principales aportes efectuados al proyecto de modificación del bloque justicialista vinculado con la Ley General de Obras Públicas de la Provincia de La Pampa. Tales aportes, han de permitir el tratamiento del software y las redes de comunicaciones como obra pública, promoviendo el empleo de normas y estándares bien conocidos y maduros, lo que redundará en una mayor transparencia, control y dinamismo en el proceso de aprovisionamiento.

Como contribución adicional, el presente artículo ha discutido dos modelos complementarios para determinar la capacidad técnica de una empresa de software. El primero es de carácter general, está sustentado en CMMI y en el volumen de personas que integran la empresa, y permite determinar la capacidad aproximada de horas que la empresa está en posición de proveer anualmente. Por otro

lado, el segundo modelo, ajusta la estimación del primer modelo, teniendo en cuenta la experiencia del equipo de trabajo propuesto por la empresa, en función de la experiencia acumulada por la misma. Mientras el primer modelo facilita la incorporación de empresas de software al Registro de Licitadores contemplado en la Ley de Obras Públicas; el segundo modelo permite ajustar dicha capacidad ante una eventual licitación, facilitando la determinación de un orden de mérito técnico que actué en forma complementaria a la oferta económica.

Como trabajo a futuro, se analizará el comportamiento de los modelos propuestos para la determinación de la capacidad técnica en empresas de software, interactuando para ello con el Consejo de Obras Públicas de la Provincia. En tal sentido, la idea es estudiar el comportamiento de los modelos, las potenciales situaciones que pueden acontecer, y avanzar sobre los ajustes que hagan falta a los efectos de lograr modelos útiles y parsimoniosos.

Agradecimientos

Esta investigación está soportada por los proyectos PICTO 2011-0277 de la Agencia de Ciencia y Tecnología, CD 066/12 y 09/F047 por la UNLPam, Argentina.

Referencias

1. Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de La Pampa (1953) "Ley Provincial N° 38 - Ley General de Obras Públicas". Santa Rosa, La Pampa.
2. Echeveste, A., Alonso, F., Baudino, M., Borthiry, M., Cahais, M., Gomez de Bertone, D., Etchalus, S., Larreta, M., Lavin, M., Lovera, D., Morisoli, J., Schanton, A. (2012) "Proyecto de Modificación de la Ley General de Obras Públicas". Bloque Justicialista - Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa
3. Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de La Pampa (1953) "Ley Provincial N° 3 - Ley de Contabilidad y Organización de Contaduría General y Tesorería General de la Provincia". Santa Rosa, La Pampa.
4. Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina (1947) "Ley Nacional N° 13.064 - Obras Públicas". Buenos Aires, Argentina.
5. Senado y Cámara de Diputados de la Nación Argentina (2004) "Ley Nacional N° 25.922 - Ley de Promoción de la Industria del Software". Buenos Aires, Argentina.
6. Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de La Pampa (2008) "Ley Provincial N° 2.345 - Adhesión al Régimen de Promoción de la Industria del Software". Santa Rosa, La Pampa.
7. Espadas, J., Molina, A., Jiménez, G., Molina, M., Ramírez, R., Concha, D. (2013) "A tenant-based resource allocation model for scaling Software-as-a-Service applications over cloud computing infrastructures". *Future Generation Computer Systems* Vol. 29(1), pp. 273-286.
8. Castillo, J. (2007) "El trabajo fluido en la sociedad de la información: organización y división del trabajo en las fábricas de software". Miño y Dávila Editores, Buenos Aires, Argentina.
9. Liker, J. (2006) "Las claves del éxito de Toyota". Ediciones Gestión 2000. Barcelona, España.
10. Martín, M., Olsina, L., Rivera, B. (2008) "Uso de Ontologías para Memoria Organizacional". In X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. General Pico, La Pampa, pp.429-433.
11. Agote, L. (2013) "Organizational Memory. Creating, Retaining and Transferring Knowledge". Chapter of book. In *Organizational Learning*. 2nd edition. Springer, New York, USA. pp. 85-113.
12. Chrissis, M., Konrad, M., Shrum, S. (2005) "CMMI. Guidelines for process integration and product improvement". Addison-Wesley.
13. Comisión Nacional de Valores (2010) "Resolución General 582". Buenos Aires, Argentina.
14. Poder Ejecutivo Nacional (1993) "Decreto 1724. Constructores de Obras Públicas - Registro Nacional". Decreto Reglamentario. Buenos Aires, Argentina.

15. Poder Ejecutivo Nacional (1999) “Decreto 1621. Modificatoria al Decreto 1724/93”. Buenos Aires, Argentina.
16. Secretaría de Obras Públicas de la Nación (1998) “Resolución 5. Registro Nacional de Construcciones de Obras Públicas - Monto Máximo”. Resolución, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación, Buenos Aires, Argentina.
17. Subsecretaría de Evaluación, Infraestructura y Control (1998) “Disposición 8. Consejo Asesor - Normas Internas”. Disposición, Secretaría de Obras Públicas, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación, Buenos Aires, Argentina.
18. Registro Nacional de Constructores de Obras Públicas (2002) “Resolución 2. Industria de la Construcción. Monto Máximo de Capacidad de Construcción”. Resolución, Secretaría de Obras Públicas, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Nación. Buenos Aires, Argentina.
19. Sametband, R. (2012) “Un encuentro entre Microsoft y Cristina molestó a la comunidad local de software libre”. Diario La Nación, 30 de mayo.
20. Mynampati, P. (2010) “Evaluating an Enterprise for suitability of developing composite business services”. developerWorks, IBM.

Datos de Contacto:

Mario José Diván. Facultad de Ingeniería - Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad Nacional de La Pampa. Calle 9 esquina 110 (CP 6360) y Coronel Gil 353 (CP 6300) respectivamente. [mjdivan@\[ing/eco\].unlpam.edu.ar](mailto:mjdivan@[ing/eco].unlpam.edu.ar).

Sánchez Reynoso, María Laura. Divsar & CPIALP. Onésimo Leguizamón 1575 (CP 6300). mlsr@divsar.com.ar